S.804.B.131.

MÉMOIRES

DE LA CLASSE DES SCIENCES

MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES

DE

L'INSTITUT NATIONAL

DE FRANCE.

S.804.B.131.

MÉMOIRES

DE LA CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES DE L'INSTITUT NATIONAL DE FRANCE.

SEMESTRE DE 1806.

TOME SEPTIÈME, PREMIÈRE PARTIE.



PARIS.

BAUDOUIN, IMPRIMEUR DE L'INSTITUT.

GARNÉRY, Libraire, rue de Seine, hôtel de Mirabeau.

NOVEMBRE M. DCCC. VI.

AVIS.

D'après une décision de la Classe, ses mémoires paroîtront dorénavant par demi-volume, de six mois en six mois.

Le deuxième demi-volume de 1806 sera publié au mois de décembre.

TABLE

DES

ARTICLES CONTENUS DANS CE SEMESTRE.

HISTOIRE

DE LA CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES DE L'INSTITUT NATIONAL DE FRANCE.

ANALYSE

Des travaux de la classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institut national pendant le second semestre de 1805 et l'année 1806.

PARTIE MATHÉMATIQUE,

Par M. DELAMBRE, secrétaire perpétuel.

ASTRONOMIE.

SI la moisson a été riche et abondante cette année dans les sciences naturelles, le zèle des sections mathématiques n'a été ni moins soutenu, ni moins heureux.

Ceux même de nos confrères qui avoient le plus de droit à jouir tranquillement d'une renommée acquise par une longue suite de travaux, n'ont montré ni moins d'ardeur, ni moins d'activité.

Ainsi, dans la question élevée au sujet de la nouvelle mesure du degré de Laponie, quand il a fallu découvrir la cause de l'erreur qui paroît avoir été commise en 1736, M. Lalande a cherché, dans sa longue expérience, des faits qui pussent nous mettre sur la voie de l'explication désirée. Il a rappelé qu'à cette époque on ignoroit entièrement l'usage de la lunette d'épreuve. Cet instrument si commode et si simple, qu'on en croiroit l'invention de même date que l'application des lunettes aux secteurs et quarts de cercle, étoit pourtant plus moderne que nous ne pensions; nous en profitions tous les jours, comme il n'est que trop ordinaire, sans nous informer à qui nous en étions redevables. Elle est mentionnée pour la première fois dans l'*Astronomie* de M. Lalande, édition de 1764. Pour vérifier le parallélisme des lunettes, Bouguer conseilloit l'usage de deux pinnules, qu'il falloit changer de place réciproquement pour reconnoître si elles avoient réellement la même hauteur. Lui-même se servoit d'un moyen plus imparfait, et qui peut, encore moins que les pinnules, entrer en comparaison avec la lunette de M. Lalande, universellement adoptée aujourd'hui. On ignore si Graham avoit quelque moyen à-peu-près équivalent pour vérifier son secteur; Maupertuis n'en fait aucune mention au chapitre où il traite des vérifications de cet instrument, et cette né-

gligence peut expliquer en partie l'erreur qui lui est imputée.

Cette même mesure du degré de Laponie a fourni à M. Lalande un second mémoire où il démontre la nécessité d'avoir égard à l'applatissement dans les opérations de nivellement qui embrassent des distances considérables.

Tous les astronomes de Paris s'étoient rendus attentifs à l'éclipse du 16 juin dernier ; c'est encore l'un des doyens de la classe, M. Messier, à qui nous avons l'obligation de la seule observation qui ait réussi. Les nuages entr'ouverts un instant pour lui seul, lui ont permis de voir le commencement, qu'il a estimé à 4 h. 52′ 43″. Il a pu aussi mesurer trois phases, dont il ne garantit pourtant pas l'exactitude.

Les variations atmosphériques qui nous ont empêché de voir l'éclipse, ont un peu nui à l'observation du solstice ; mais comme celle-ci peut être suppléée par les observations des jours qui précèdent et qui suivent, nous avons pu en réunir un assez grand nombre pour y trouver la confirmation de ce que nous observons depuis dix ans.

M. Bouvard, digne émule des Messier, des Méchain, a découvert deux comètes, et il en a calculé les élémens. MM. Biot et Arago ont fait ces mêmes calculs par la méthode de M. Laplace. M. Legendre n'a pas manqué de saisir cette occasion de soumettre à de nouvelles épreuves les formules qu'il a publiées l'année dernière. Nous faisions remarquer alors qu'il n'est guères

de méthode qui ne devienne incommode, ou peu sûre en certaines circonstances. C'est ce qui est arrivé cette fois à celle de M. Legendre; mais il a trouvé tout aussitôt dans son analyse, des ressources pour obvier à la difficulté qui n'avoit pas été prévue dans son premier mémoire, et pour simplifier assez considérablement la solution générale qu'il avoit donnée du problême.

M. Legendre s'est encore occupé d'une question plus importante, quoique les applications en soient plus rares; son mémoire est intitulé : *Analyse des triangles tracés sur la sphéroïde.*

Les premiers astronomes qui ont mesuré la terre avec quelque exactitude, l'avoient considérée comme une sphère dont le rayon est d'une grandeur immense en comparaison des petits intervalles qu'ils se proposoient d'évaluer. Le plus grand côté de triangle qui soit entré dans ces opérations n'est pas de 60,000 mètres, et la différence d'un pareil arc à la ligne droite qui en joindroit les extrémités, est à peine de deux décimètres ou d'un trois cent millième. On crut donc avec quelque raison pouvoir considérer comme rectilignes des triangles dont la courbure étoit si peu sensible.

Dans les dernières opérations où il s'agissoit de déterminer plus exactement la différence entre le globe terrestre et une sphère parfaite, on poussa l'attention plus loin. Les triangles formés à la surface de la terre furent considérés comme des portions fort petites d'une sphère qui dans toute l'étendue de chaque triangle se confondoit sensiblement avec le sphéroïde.

Cette supposition, moins inexacte que la précédente, promet-elle toute la précision que l'on est en droit d'exiger, et puisque c'est un sphéroïde qu'il s'agit de mesurer, pourquoi n'a-t-on pas calculé les triangles comme sphéroïdiques? La question est si naturelle qu'elle a dû se présenter tout d'abord aux astronomes chargés de l'opération, et à chacun des savans réunis de diverses parties de l'Europe, pour examiner et juger l'ouvrage qui venoit d'être exécuté. Dans l'une des premières assemblées de la commission, un savant étranger, M. Trallés, fit remarquer que les bases de Melun et Perpignan ne pouvoient pas être simplement considérées comme des arcs qui seroient entièrement dans un même plan, mais comme des courbes à double courbure. Cette remarque avoit été faite par Clairaut, il y a plus de cinquante ans; mais on avoit toujours pensé que l'effet de la double courbure ne pouvoit devenir un peu sensible que sur des intervalles plus grands de beaucoup que ceux qu'il nous est donné de mesurer directement, et l'on avoit conclu que la considération du sphéroïde ne feroit que compliquer inutilement des calculs déjà trop compliqués. En effet le sphéroïde s'écarte de la sphère bien moins que la sphère elle-même ne diffère d'un plan. Or la sphéricité des triangles n'introduit dans les calculs que des termes du second ordre pour les angles, et du troisième pour les côtés. Il étoit donc naturel de penser que les termes dépendans du sphéroïde seroient d'un ordre plus élevé et plus insensibles encore par leur extrême petitesse. Mais quoique personne encore n'eût

écrit sur ce sujet, on ne doit pas en conclure que l'on se soit contenté de considérations vagues et d'une simple probabilité. Ce point se trouvera discuté à l'article calcul des triangles, dans le second volume de la Méridienne, maintenant sous presse; on espère y démontrer par des considérations fort simples et tout élémentaires, que la différence entre les angles sphériques et sphéroïdiques n'est pas de $\frac{1}{60}$ de seconde dans le plus grand de nos triangles, et que la double courbure ne change pas d'un centimètre à beaucoup près la longueur du plus grand de tous nos côtés. Ces résultats sont d'avance confirmés par la savante analyse de M. Legendre.

Physique générale.

A ces considérations géométriques sur la figure de la Terre, nous avions voulu faire succéder les recherches géographiques sur le grand plateau de l'intérieur de l'Afrique, par M. Lacépède; sur la Perse et la communition de la mer Caspienne à la mer Noire, par M. Olivier; mais ces mémoires appartenant plus spécialement aux sciences physiques, ont été analysés par M. Cuvier, et nous passerons au *nouveau mémoire de M. Ramond sur la mesure des montagnes, à l'aide du baromètre.*

Nous avons dit, dans la notice de 1805, qu'il y avoit à peine $\frac{1}{500}$ de différence entre le coëfficient de M. Laplace, pour calculer la hauteur des montagnes par l'observation du baromètre, et celui que M. Ramond a déduit des nombreuses observations de ce genre qu'il a

faites dans les Pyrénées. De nouvelles observations ont fait entièrement disparoître une différence qu'on pouvoit attribuer à l'incertitude, soit des observations barométriques, soit des expériences anciennes sur le poids de l'air et du mercure que M. Laplace avoit supposées dans son calcul. M. Biot a nouvellement répété ces expériences avec des précautions toutes particulières ; il en résulte que le coëfficient doit être diminué de $\frac{1}{500}$ à-peu-près, et l'accord est complet entre les deux méthodes. D'une part, on voit le géomètre, s'appuyant sur des faits observés dans un cabinet de physique, en déduire une règle pour mesurer la hauteur des montagnes ; de l'autre, un observateur prenant pour base la hauteur connue d'une montagne, et l'effet qu'elle produit sur l'élévation du mercure dans le baromètre, en conclure le poids relatif du mercure et de l'air, et retrouver la même quantité qui a servi de fondement aux calculs du géomètre. Ces comparaisons qui se multiplient de jour en jour dans l'application de l'analyse, ces résultats identiques, obtenus par des procédés si contraires et tirés de phénomènes si différens, sont des preuves auxquelles le sceptique le plus obstiné n'auroit rien à opposer s'il vouloit être de bonne foi.

Ce résultat important n'est pas le seul mérite du mémoire de M. Ramond. On y trouvera des moyens pour distinguer les circonstances qui sont contraires ou favorables à ce genre d'observations. L'auteur les range sous trois titres différens. Influence des heures, influence des stations, influence des météores. Celle des heures

fait que les hauteurs observées le soir et le matin sont toujours trop petites; d'où il suit qu'il ne faut observer que vers le milieu du jour, et cette condition est bien facile à remplir. L'influence des stations n'est pas moins réelle; mais il est moins aisé de s'en garantir. La règle à suivre est que le baromètre portatif et le baromètre de comparaison soient autant qu'il se pourra dans des stations où les circonstances locales soient les mêmes. Le grand éloignement n'est pas toujours un obstacle: ainsi M. Ramond a remarqué que ses observations des Pyrénées, comparées à celles que M. Bouvard fait continuellement à l'Observatoire impérial, présentent une marche assez régulière, tandis que ces mêmes observations de M. Bouvard, comparées à celles que M. Ramond a faites à Marli-la-Ville, indiquent d'un jour à l'autre des différences de 10 à 11 mètres dans la hauteur relative des deux stations; d'où l'on doit conclure que l'usage du baromètre pour la mesure des hauteurs trop peu différentes, est peu sûr quand les deux stations sont en plaine.

Quant à l'influence des météores, elle agit toujours dans un même sens; elle fait paroître les hauteurs trop petites, et l'on doit rejeter toutes les observations faites les jours d'orage. De toutes ces considérations il résulte que pour avoir la hauteur plus exacte d'une montagne, il ne faut pas prendre indifféremment un milieu entre toutes les observations faites en des saisons et à des heures différentes; ce seroit évidemment s'exposer à trouver des hauteurs dont les erreurs seroient en moins.

Ce seroit ici le lieu d'analyser le travail important et curieux que MM. Biot et Arago viennent de faire en commun sur *les Affinités des corps pour la lumière et sur les forces réfringentes des différens gaz*. Le soin qu'ils ont pris de rejeter en notes tous les détails des expériences ainsi que les formules qui assurent la précision des calculs, nous dispensera de cette analyse pour laquelle il nous faudroit transcrire le mémoire presque entier. Nous en indiquerons seulement les principaux résultats.

On y verra d'abord le rapport exact des poids du mercure et de l'air pour la température de la glace fondante, $0^{m}76$ d'élévation dans le baromètre, et pour un air parfaitement sec. Ce rapport est 17463 ; d'où l'on conclut pour la température moyenne et la latitude de 45° le coëfficient barométrique qui sert à calculer la hauteur des montagnes, tel que M. Ramond l'a déterminé par des observations d'un autre genre, ainsi qu'on l'a vu dans l'article précédent.

La réfraction que la lumière éprouve en passant du vide dans l'air, ou l'accroissement qu'y reçoit le carré de sa vitesse, n'a pas offert un accord moins heureux entre les expériences physiques et directes, et les observations astronomiques par lesquelles nous avions déterminé cet accroissement par ses effets sur les hauteurs du soleil et des étoiles. La différence entre les deux résultats n'est que de $\frac{1}{10}$ de seconde pour la réfraction à la hauteur du pôle à Paris, et le plus grand écart ne passe guères une demi-seconde.

Le pouvoir réfringent des différens gaz déterminé par les mêmes moyens a les mêmes droits à notre confiance. Celui du gaz hydrogène est plus de six fois et demie aussi grand que celui de l'air atmosphérique, ainsi que M. Laplace l'avoit annoncé.

Les réfractions d'un même gaz sont rigoureusement proportionnelles aux divers degrés de densité de ce gaz.

Des expériences diverses ont prouvé que l'eau en vapeur a le même pouvoir réfringent que l'air atmosphérique à très-peu près, ce qui dispense les astronomes d'introduire dans leurs formules de réfraction un coëfficient particulier pour tenir compte de l'humidité dénotée par l'hygromètre.

La grande réfraction du diamant porte à croire qu'il est en partie composé d'hydrogène et non pas simplement de carbone pur, ainsi qu'on l'avoit cru; car il paroît prouvé par nombre d'expériences que le pouvoir réfringent d'un composé quelconque se forme des pouvoirs réfringens particuliers de ses principes réunis dans la même proportion suivant laquelle ces principes sont combinés. Seulement la condensation paroît produire un léger accroissement.

La possibilité de déterminer ainsi le pouvoir réfringent des corps d'après leur composition chimique, fait présumer aux auteurs que l'on pourra d'après cette composition calculer de même la force dispersive d'un composé quelconque lorsqu'on aura le pouvoir dispersif de chacun des principes constituans, ce qui ouvre la voie

à nombre de recherches intéressantes pour la physique et l'astronomie.

Enfin il résulte de ces expériences comparées à celles de plusieurs savans distingués, tels que MM. Cavendish, Marti, Berthollet, Davy, Humboldt et Gay-Lussac, que la proportion des deux élémens de l'air atmosphérique est la même dans tous climats, d'où résulte cette conséquence extrêmement importante pour l'astronomie, que les mêmes tables de réfraction peuvent servir pour toute la terre, vérité qui paroissoit déjà résulter des observations faites en 1736 au cercle polaire et du calcul plus exact des observations faites à Pondichery par le Gentil. Borda pour qui nous avions fait ces calculs n'avoit aucun doute sur ce point ; il le supposoit dans le grand mémoire qu'il avoit terminé sur cette matière, et qu'il nous a été impossible de retrouver jusqu'ici. On a pu se procurer du moins le prisme qu'il avoit fait construire tout exprès pour ses expériences ; on y a joint comme lui le cercle répétiteur; on a suivi ce que l'on connoissoit de son plan qu'on a fort agrandi en étendant à différens gaz les recherches qu'il n'avoit faites que sur l'air atmosphérique. Nous avons tenu et feuilleté mais rapidement le régistre qui contenoit toutes les observations, le mémoire original et la copie au net que l'auteur en avoit fait tirer. Sa formule de réfractions étoit une série d'un assez grand nombre de termes dont les coëfficiens numériques étoient formés d'un trop grand nombre de facteurs pour qu'il fût possible de les retenir, d'autant plus que la loi n'en étoit pas évidente, et

que Borda ne permettoit pas qu'on y arrêtât les yeux trop long-temps. Ces papiers étoient en trop bon ordre pour qu'on ait pu les négliger, et s'ils sont entre les mains de quelqu'un qui puisse en connoître le prix, ce seroit l'occasion, ou de les publier séparément, ou de nous les remettre pour entrer dans le recueil de nos mémoires; quoique la perte soit aujourd'hui fort heureusement réparée, l'éditeur n'en auroit pas moins des droits réels à la reconnoissance des savans.

M. le comte de Rumfordt a lu sur l'*adhésion des molécules de l'eau* un mémoire rempli d'expériences curieuses auxquelles il se propose de joindre maintenant celles qu'il fait avec des tubes capillaires. Nous donnerons en attendant les principaux résultats des observations de ce savant philanthrope sur *la dispersion de la lumière des lampes par le moyen des écrans et des globes de verre dépolis*.

La facilité avec laquelle l'œil distingue les objets, ne dépend pas uniquement de l'intensité de la lumière qui les éclaire, elle dépend aussi beaucoup des ombres; sont-elles simples et bien marquées, la vision est distincte: mais si la lumière arrive de plusieurs côtés à la fois, il y a plusieurs ombres qui se confondent et s'affoiblissent; on voit mal, même avec beaucoup de clarté. Une bonne distribution de la lumière est donc importante pour l'économie et surtout pour la conservation des yeux.

Les rayons directs de la lampe à double courant d'air fatiguent la vue. Pour diminuer cet inconvénient, on a imaginé des écrans de différentes espèces, et enfin des

globes de verre dépoli. Ce qui rend l'usage de ces derniers moins commun, c'est la crainte de perdre trop de lumière. Personne, du moins en France, n'avoit encore combattu ce préjugé. M. de Rumford démontre, par une expérience fort aisée à répéter, que la perte est absolument insensible. La surface du verre dépoli, pleine de sillons et d'aspérités, présente à la lumière une multitude de plans lisses mais différemment inclinés, qui, dispersant la lumière, la rendent plus douce, et la distribuent de manière à porter une clarté plus uniforme dans toutes les parties de la pièce qu'on veut éclairer.

Cet avantage n'est pas le seul que présente le verre dépoli. Substitué au verre poli dans le vitrage des fenêtres, il répartira la lumière du jour avec plus d'égalité dans les parties les plus élevées comme dans les plus basses, dans les plus enfoncées comme dans les plus voisines, et cette remarque est surtout utile pour les grandes villes où le peu de largeur des rues, la hauteur des maisons ne laissent pénétrer le jour que d'une manière très-oblique. L'auteur a vu la preuve de ce fait, et l'explication qu'il en donne, paroît assez naturelle pour tenir lieu de l'expérience, d'ailleurs si facile à répéter.

Ce mémoire est terminé par la description d'une lampe nouvelle dont la construction est combinée de manière à ne laisser voir aucun rayon direct, à donner le jour le plus doux et le plus égal à toutes les parties d'un grand salon sans jeter aucune ombre, quoique le réservoir de l'huile soit circulaire et que les cylindres qui distribuent la lumière soient placés au centre.

On remarquera dans ces nouvelles recherches de M. de Rumford ce même but d'utilité qui rend tous ses ouvrages précieux, même indépendamment de la finesse des vues, de la délicatesse des expériences, et des connoissances variées qu'elles supposent.

Rapports.

Nous ne donnerions qu'une idée imparfaite des travaux de la classe, si nous ne parlions que des ouvrages propres à chacun de ses membres. Une partie de nos séances est consacrée aux mémoires des savans qui ne sont point aggrégés à l'Institut, et parmi lesquels nous aimons à reconnoître ceux qui peuvent un jour ajouter à la gloire et à la considération de ce corps en étendant le domaine des sciences. Les rapports des commissions chargées d'examiner leurs travaux ou les inventions sur lesquelles le gouvernement demande l'avis de la classe, sont souvent eux-mêmes des mémoires importans où une grande impartialité se joint à l'érudition nécessaire pour démêler dans les théories ou inventions que l'on discute ce qui appartient véritablement à l'auteur, et la part que peuvent revendiquer les savans de toute nation qui se sont plus anciennement occupés des mêmes objets.

Les bornes qui nous sont prescrites ne nous permettant aucun détail, nous ne ferons qu'indiquer les rapports sur les solutions particulières des équations différentielles et des équations aux différences, présentées par M. Poisson: sur la nouvelle démonstration du principe

des vitesses virtuelles, de M. Ampère; sur un nouveau moyen d'élever les eaux à une grande hauteur, par M. Baader, ingénieur de S. M. le roi de Bavière; sur les expériences que M. Péron, aujourd'hui correspondant, a faites de la force physique des sauvages comparée à celle des Européens, et desquelles il a tiré ce résultat qui pourra surprendre, qu'il n'y a aucune comparaison à cet égard entre l'homme civilisé et le sauvage, et que la différence est toute à l'avantage du premier.

Parmi les inventions approuvées par la classe, nous ferons mention du rouet de M. Bellemère, qui met beaucoup de mains industrieuses en état de doubler leur travail; d'un métier pour les étoffes brochées et façonnées, qui, pour la simplification des manœuvres, a été jugé digne de servir de modèle et de valoir à son auteur, M. Rivey, des récompenses de la part du gouvernement; du métier à bas de M. d'Autry, dont le rapporteur a fait valoir les avantages avec tant de netteté que la classe a ordonné l'impression du rapport pour servir à l'histoire de l'art; enfin d'un autre métier à bas de M. Favreau-Bouillon, qui a réduit tout le travail au simple balancement de deux leviers; changement précieux qui permet d'appliquer à ce métier des hommes foibles et des ouvriers mutilés au point de n'avoir plus l'usage que d'un seul bras.

Parmi les inventions, nous avons cité seulement celles qui se distinguent par une vue d'utilité plus directe et plus fréquente.

Ouvrages imprimés.

Depuis sa dernière séance publique la classe a fait paroître le premier volume des Mémoires qui lui ont été présentés par les savans étrangers, et le tome VI de ses propres mémoires. Les volumes suivans seront publiés de six mois en six mois, à commencer du présent mois de juillet. Elle fait aussi paroître le premier volume de *la Méridienne de Dunkerque*, *base du système métrique décimal:* cet ouvrage contiendra toutes les pièces justificatives; toutes les observations, toutes les méthodes de calcul qui ont fixé les deux unités fondamentales du système métrique, le mètre et le kilogramme.

Plusieurs membres ont donné des ouvrages nouveaux ou de nouvelles éditions d'ouvrages déjà connus, dans lesquels on trouvera des additions importantes. Ainsi M. Legendre a publié une sixième édition de sa Géométrie : M. Lacroix une seconde édition de son Traité élémentaire du calcul différentiel et intégral.

Les astronomes ont maintenant des Tables du soleil où pour la première fois on a fait entrer les attractions de toutes les planètes.

Enfin, M. Lagrange a donné une édition plus complette du calcul des fonctions, ouvrage vraiment classique dont il seroit bien superflu de parler ici aux géomètres qui l'ont tous médité, et difficile de donner en peu de mots une notice suffisante à ceux qui ne le sont pas. Les mêmes raisons nous forcent à passer rapide-

ment sur une dissertation que M. Laplace vient de publier comme supplément au dixième livre de la *Mécanique céleste*, et dans laquelle il donne une théorie complette de l'action capillaire. Pour la première fois, on voit ces phénomènes contraires en apparence, heureusement ramenés à une même loi; l'ascension et la dépression entre deux plans expliquées par la même analyse, qui rend raison des phénomènes analogues qui s'observent dans les tubes; les résultats numériques de la théorie parfaitement identiques à ceux des observations anciennes les plus exactes, et à ceux des observations peut-être plus exactes encore que MM. Haüy et Tremery ont faites tout exprès pour soumettre la nouvelle théorie à l'épreuve la plus rigoureuse.

Qu'on n'imagine pas que ces recherches si délicates n'aient d'autre mérite que celui de la difficulté vaincue; tout se tient dans les sciences physiques, comme dans la nature elle-même; il n'y a point de phénomène qui, quand il est expliqué, ne jette un nouveau jour sur un autre phénomène. De la nouvelle théorie résulte déjà la décision d'un point important pour la météorologie. Les avis étoient partagés sur la manière d'estimer la hauteur du mercure dans le baromètre. Les uns la comptoient de la base, et les autres du sommet de la convexité. Cette seconde manière est beaucoup moins inexacte; mais elle donne encore des hauteurs moindres que celles qui résultent de la pression de l'atmosphère; la différence est l'effet de l'action capillaire. Pour la

corriger, l'auteur indique deux méthodes, l'une est analytique; l'autre, que le plus grand nombre des observateurs préférera sans doute, ne suppose qu'une expérience facile, et un petit calcul fort simple. Par l'un ou l'autre de ces moyens, ils obtiendront des résultats plus précis, plus sûrs et plus comparables.

~~~~~~~~

On avoit remarqué depuis long-temps que deux corps nageant sur un fluide qui s'élève ou s'abaisse autour de tous deux, s'approchent l'un de l'autre et se réunissent par un mouvement accéléré; mais ils se repoussent le plus souvent si le fluide qui s'élève autour de l'un s'abaisse autour de l'autre, et, dans ce cas; si l'on diminue convenablement la distance on voit l'attraction succéder à la répulsion : ces phénomènes surprenans avoient fort exercé les physiciens.

Amontons, il y a cent ans, avoit tenté de les expliquer; M. Monge, dans les *Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1787, avoit démontré l'insuffisance et même l'inexactitude des principes d'Amontons. On trouve dans son mémoire des aperçus heureux, des vues fines et des expériences curieuses. Enfin, M. Laplace vient de soumettre tous ces effets à la même analyse, de laquelle il avoit déjà déduit tous les phénomènes capillaires. Il prouve que si deux plans parallèles ont leurs parties inférieures plongées dans un fluide, leurs surfaces intérieures et extérieures soutiennent une pression dont il donne l'expression analytique. On conçoit que si
~~~~~~~~

la pression extérieure l'emporte sur la pression intérieure, les deux plans devront s'approcher, et qu'ils se fuiront dans le cas contraire. M. Laplace expose ici en détail les circonstances qui donnent naissance à tous ces phénomènes, les limites qui les séparent, et le point où la répulsion doit se changer en une attraction apparente, et réunit le tout en deux théorêmes généraux ou formules algébriques, où l'on aperçoit d'un coup-d'œil tout l'ensemble de sa doctrine, dont tout ce qui précède n'est que la traduction en langage ordinaire. Le mémoire est terminé par une expérience faite avec beaucoup de soin par M. Haüy. Une feuille carrée de talc laminaire étoit suspendue à un fil très-délié, de manière que sa partie inférieure plongeoit dans l'eau. Dans cet état si l'on plongeoit dans le même fluide et à peu de distance, la partie inférieure d'un parallélépipède d'ivoire dans une situation verticale et parallèle au carré de talc, on voyoit aussitôt une répulsion sensible; mais si l'on diminuoit cette distance, la répulsion cessoit par degrés et faisoit place à une attraction qui, par un mouvement accéléré, portoit le talc vers le parallélépipède et le mettoit promptement en contact. Cette expérience, plusieurs fois répétée avec diverses modifications, a constamment donné les résultats indiqués par la théorie.

Dans un autre mémoire, M. Laplace s'est proposé de ramener à la même analyse capillaire les phénomènes de l'*adhésion des corps à la surface des fluides*.

Lorsqu'on applique un disque de verre sur la surface de l'eau stagnante dans un vase d'une grande étendue,

on éprouve, pour l'en détacher, une résistance d'autant plus considérable que la surface du disque est plus grande. En élevant le disque on soulève en même temps, au-dessus du fluide contenu dans le vase, une colonne de ce fluide. Si l'on continue d'élever le disque la colonne s'allonge, mais il vient un moment où son poids l'emportant sur l'adhésion, elle se détache et retombe.

Le poids de cette colonne à l'instant où elle est prête à retomber, est la mesure de résistance à vaincre pour détacher le disque; M. Laplace en donne l'expression analytique.

Lorsque le fluide est de nature à s'abaisser au lieu de s'élever dans le tube capillaire, la colonne soulevée n'a plus la forme d'une gorge de poulie, mais celle d'une espèce de cône tronqué; l'expression analytique change et renferme un élément de plus, c'est-à-dire l'angle que la surface du cône forme avec le disque de verre.

La première formule comparée aux expériences de M. Haüy et de M. Achard, donne à $\frac{1}{75}$ près le poids de la colonne observée.

La seconde n'a pu encore être comparée parce qu'elle renferme un angle que les observateurs ont jusqu'ici négligé de considérer, et dont il étoit également difficile de deviner l'importance et d'effectuer la mesure.

Si l'on place horizontalement l'un sur l'autre, deux disques de verre, en laissant entre eux une couche d'eau très-mince, les deux disques adhèrent avec une force considérable. M. Laplace donne pour ce cas une formule par laquelle il trouve pour la force d'adhérence un peu

moins que les deux tiers de ce que M. Guyton a trouvé par l'expérience. Cette différence tient sans doute à l'évaluation très-délicate de l'intervalle qui séparoit les disques ou peut-être aux inégalités de leurs surfaces, qu'il est difficile de rendre exactement planes.

La même théorie indique une correction au principe si connu d'hydrostatique, trouvé par Archimède, sur la diminution du poids qu'éprouve un corps plongeant dans un liquide. Cette diminution ne se mesure pas seulement par le poids d'un volume de fluide égal à la partie du corps située au-dessus du niveau. Il faut y ajouter le poids du fluide écarté par l'action capillaire, si le corps n'est pas de nature à se mouiller; mais s'il se mouille, il faut, au contraire, en retrancher le poids du volume soulevé par la capillarité. M. Monge, dans le mémoire cité, avoit donné comme une chose évidente la première partie de ce théorême. M. Laplace en donne ici la démonstration rigoureuse, en y ajoutant cette réflexion que ce qui est relatif à l'action capillaire disparoît totalement, lorsque le corps est entièrement plongé dans le fluide au-dessous du niveau.

Pour achever l'explication des effets capillaires, M. Laplace considère enfin les phénomènes curieux que présentent les cylindres d'acier égaux et très-déliés, lorsqu'ils flottent à la surface d'un fluide. De quelque manière qu'on les amène à se toucher, ils ne tardent pas, après plusieurs oscillations, à se réunir dans toute leur longueur, comme s'ils formoient une lame unique. Ces oscillations pouvant se déterminer par l'analyse, il seroit

à désirer qu'on les observât avec une grande précision pour les comparer à leur expression analytique. « Ces » comparaisons, dit l'auteur, sont la pierre de touche » des théories; mais pour que l'épreuve soit censée com- » plète, il ne suffit pas que les formules indiquent va- » guement les effets qui naîtront des circonstances don- » nées, il faut encore qu'elles en déterminent exactement » les quantités. » M. Laplace va faire paroître une addition plus intéressante encore à cette théorie.

Essai des toiles incombustibles pour la marine et les bâtimens civils, par M. Rochon.

M. Roswac de Strasbourg, présenta en 1784, au bureau de commerce, des gazes de fil de fer qui lui valurent une récompense; et le métier qu'il avoit imaginé pour la fabrication fut déposé au cabinet de machines de Vaucauson.

A l'imitation de ces gazes, M. Rochon en fit d'autres en 1799, et les enduisit d'une colle transparente pour les substituer à la corne, dans les fanaux de combat et d'entrepont.

Il a pensé depuis que ces mêmes gazes, avec un léger enduit de plâtre, pourroient préserver d'incendie les vaisseaux, et plus aisément encore les bâtimens civils, ou qu'au moins elles serviroient à rendre les dégats du feu, moins fréquens et moins terribles.

Ces gazes enfin pourroient être fort utiles pour les décorations théâtrales qui ne seroient plus sujettes à

prendre feu ; le seul inconvénient seroit le peu de flexibilité ; mais M. Rochon ne désespère pas que la chimie ne trouve des moyens de remédier à cette imperfection, et c'est pour réclamer les avis et les secours de ses confrères chimistes ou physiciens, qu'il a lu à la classe le mémoire dont nous venons de rendre compte.

ASTRONOMIE. — *Éclipse de soleil du* 16 *juin* 1806.

UNE éclipse de soleil est l'un des phénomènes les plus utiles soit pour la vérification des tables astronomiques, soit aussi pour la détermination des longitudes géographiques ; c'est encore celui de tous sans contredit qui attire le plus l'attention des observateurs. M. Lalande, fidèle à l'habitude qu'il a contractée depuis cinquante ans, a calculé toutes les observations qu'il a pu rassembler de l'éclipse de 1806. Les nuages l'ont dérobée aux astronomes de Paris ; mais on l'a vue en plusieurs endroits de France, d'Allemagne, de Hollande et d'Italie. C'étoit surtout en Amérique qu'elle devoit être intéressante puisqu'elle devoit être totale à Boston et Albany. C'est à Kinderhook auprès de cette dernière ville que M. Ferrer l'a observée avec d'excellens instrumens. Il en a conclu la conjonction à $11^h\ 45'\ 33''$. M. Lalande a trouvé exactement la même chose, et comme il avoit, par d'autres observations, reconnu qu'elle étoit arrivée à $4^h\ 30'\ 6''$ à Paris, il en résulte que la différence des longitudes est de $7^h\ 15'\ 27''$.

La même éclipse fut encore observée à Albany, mais à l'instant du retour de la lumière l'observateur n'avoit pas l'œil à sa lunette, et quoique ce phénomène paroisse de nature à être remarqué tout aussi sûrement à l'œil nu, il semble pourtant qu'il ait été vu quelques secondes trop tard.

Une remarque curieuse de M. Ferrer c'est que le disque de la lune parut éclairé quelques secondes avant la fin de l'éclipse totale, ce qui lui semble un effet de l'atmosphère de la lune.

L'obscurité ne fut pas aussi grande qu'on l'avoit cru; on ne vit que six étoiles principales ou planètes. Un anneau lumineux de 45 à 50′ qui entouroit le soleil diminuoit l'épaisseur des ténèbres.

D'après la comparaison de cette éclipse totale avec quelques éclipses annulaires observées précédemment, M. Lalande pense que l'irradiation du soleil est de 2″ et qu'il faut ajouter 1″ au demi-diamètre de la lune qu'il avoit déterminé par des observations directes faites au temps de la pleine lune.

Mouvement du sytème solaire. Par M. Burckhardt.

Plusieurs astronomes ont cru que le soleil n'est pas immobile en un point de l'espace. M. Lalande d'après le mouvement de rotation, qui n'est pas douteux, avoit conjecturé un mouvement de translation. Ce qu'il avoit donné comme un simple soupçon, M. Herschel avoit entrepris de le prouver par les observations, il

avoit même cru pouvoir déterminer le point du ciel vers lequel le soleil s'avance avec tout son cortège planétaire. M. Prévôt, académicien de Pétersbourg, avoit été conduit au même résultat, mais M. du Séjour ayant traité analytiquement la même question, avoit trouvé qu'elle étoit insoluble quand on la considéroit dans toute sa généralité. M. Herschel vient de la traiter de nouveau dans les *Transactions philosophiques* pour 1805.

Si les mouvemens propres qu'on a remarqués dans plusieurs étoiles ne sont qu'apparens et sont produits par le mouvement réel du soleil qui s'approche des unes et s'éloigne par conséquent de celles qui sont dans la région opposée du ciel, tous ces mouvemens apparens seront parallèles entre eux, et au mouvement du soleil. Ces mouvemens sont très lents, et la partie qu'on en a pu observer jusqu'à ce jour ne forme encore que de petits arcs; mais si on les prolonge par la pensée ils doivent former de grands cercles qui tous iront se couper en un même point du ciel, et ce point sera celui vers lequel tout le système solaire se dirigera. Il suffit des mouvemens bien connus de deux étoiles pour déterminer ce point si les observations sont bonnes et si le principe est vrai. Deux autres étoiles doivent mener à la même conclusion que les premières, et la même conséquence sera confirmée par toutes les étoiles que l'on pourra combiner ainsi deux à deux. C'est ce travail que M. Herschel a entrepris sur les étoiles les plus brillantes du catalogue de M. Maskeline. Les ré-

sultats auxquels il a été conduit ne s'accordent pas assez bien pour mettre hors de doute le mouvement du soleil et l'immobilité des étoiles, il paroîtroit plutôt que tout est en mouvement, et c'est dans cette supposition que du Séjour a déclaré le problème insoluble. Malgré cette décision M. Burckhardt vient de nouveau de le soumettre à l'analyse. Ses formules sont plus commodes et susceptibles d'une application plus facile que celle de du Séjour, elles sont beaucoup moins pénibles que le calcul trigonométrique de M. Herschel. Il a fort adroitement éliminé les distances des étoiles qui paroissent et sont réellement l'un des élémens de ce calcul, et qui probablement nous seront toujours inconnues. Si le soleil est seul en mouvement, avec le temps et de bonnes observations on pourra connoître ce mouvement avec une certaine précision; mais si les étoiles avoient aussi le leur, la séparation des inconnues seroit impossible, et il en résulteroit quelques embarras pour les astronomes futurs si les observations venoient à être interrompues pendant quelques siècles, et si après une période un peu longue de barbarie les astronomes vouloient, à la renaissance des sciences, calculer de nouveau les mouvemens célestes par la comparaison de leurs observations avec les nôtres. Mais dans cette supposition même, qui est heureusement fort invraisemblable, il suivroit seulement que les observations faites dans le dix-huitième siècle paroîtroient un peu moins précises; ce qui n'empêcheroit pas qu'elles ne fournissent des secours bien au-dessus de ce que nous avons trouvé

dans le très-petit nombre d'observations assez grossières que les Grecs nous ont transmises.

Manière de trouver les rouages nécessaires pour représenter les mouvemens planétaires, par M. BURCKHARDT.

HUGHENS a résolu ce problême de la manière la plus complète par les fractions continues qui ont l'avantage de fournir des valeurs approchées, exprimées toujours par les plus petits nombres possibles dans tous les degrés d'approximation dont on juge à propos de se contenter. Mais ce moyen n'est pas toujours à la portée des artistes qui entreprennent des planétaires. M. Burckhardt leur indique ici des calculs plus faciles et suffisamment exacts. Mais le conseil le plus important qu'il puisse leur donner et qu'il leur donne en effet, est sans contredit celui de s'abstenir entièrement de ces recherches qui n'ont aucun but d'utilité bien réelle ni pour eux ni pour la science.

La machine la plus parfaite représentera les mouvemens planétaires beaucoup moins bien que la plus médiocre éphéméride. Si l'artiste n'a qu'un talent ordinaire il ne produira jamais, avec beaucoup de temps, d'efforts et de dépense, qu'un ouvrage très-imparfait qui ne trouvera point d'acheteur. Et s'il a un talent distingué, en admirant les ressources de son art et de son intelligence, on ne pourra s'empêcher de regretter l'emploi stérile qu'il en aura fait. Son planétaire sera

d'un prix au-dessus des facultés d'un particulier; et les gouvernemens sentiront qu'ils peuvent faire une meilleure distribution des encouragemens dus à l'industrie.

On ne sauroit donc trop détourner les artistes de ces entreprises ruineuses, ils doivent les abandonner au riche amateur qui se sentant un goût et un talent particulier pour ces constructions, pourroit se contenter de sa propre satisfaction et ne pas ambitionner d'autre récompense.

Les planétaires d'ailleurs n'ont pas même l'avantage de servir à l'instruction, ils ne peuvent être qu'une représentation très-imparfaite du système du monde. Ils peuvent bien montrer les mouvemens dans leurs proportions à peu près, mais non les distances et les grandeurs des corps célestes. Tous ces rouages et ces soutiens qu'on ne peut rendre invisibles, ne peuvent que donner une idée très fausse des moyens simples et féconds employés par la nature.

Pyréolophore.

Nous continuerons, comme nous avons commencé dans la notice précécente, à comprendre dans les travaux de la classe les rapports qui lui ont été faits par ses commissaires, sur les inventions les plus curieuses et les plus importantes qui ont été soumises à son examen par des savans étrangers à l'Institut. A ces deux titres nous devons surtout faire mention du rapport de M. Carnot sur la machine imaginée par MM. Nieps, qui lui ont donné le nom de *Pyréolophore*. Ce mot est

composé de trois mots grecs πύρ feu, Αἴολος Éole ou vent, et φέρω je porte. Les inventeurs ont voulu que ce nom indiquât les moteurs de la machine qui sont le vent d'un soufflet, le feu et l'air dilaté soudainement.

Leur intention a été de trouver une force physique qui pût égaler celle des pompes à feu sans consumer autant de combustible.

Pour se faire une idée de la manière dont ils produisent et font agir la dilatation subite de l'air, qu'on se figure un récipient de cuivre attaché fortement à une table horizontale. A l'une des parois est adapté un tube par lequel on fait passer une masse d'air dans le récipient. Sur son chemin cet air rencontre quelques grains de matières combustibles qu'il projette sur une flamme où elle entre en ignition. La matière embrasée pénétrant dans le récipient en dilate l'air avec une grande force qui s'exerce contre les parois, pousse en avant un piston qui glisse dans un second tube adapté à l'une des parois. Ce piston chasse devant lui une colonne d'eau où tout autre corps qu'on expose à son action; après quoi ce piston reprend de lui-même sa première place, et toute la machine revenant à sa première disposition, se trouve prête à jouer de nouveau. Tous ces effets s'accomplissent en 5″ de temps.

Dans une expérience faite par les auteurs, un bateau chargé de 9 quintaux et présentant à l'effort de l'eau une proue de 63 décimètres carrés (6 pieds carrés), a remonté la Saône avec une vitesse double de celle du courant.

Dans une autre expérience faite par les commissaires la pression exercée sur un piston de 22 centimètres (3 pouces carrés), a fait équilibre à un poids de 57 kilogrammes, la capacité intérieure étoit de 418 centimètres cubes (21 pouces), et la consommation du combustible n'a été que 32 centigrammes (6 grains).

Les auteurs se proposent de perfectionner leurs premiers essais; mais même dans l'état actuel les secousses violentes de la machine, l'ébranlement qu'elle communique aux corps sur lesquels elle repose, enfin la vivacité des mouvemens ne permettent pas de douter de l'intensité et de l'impétuosité de ce nouveau principe moteur; et l'on peut en attendre les résultats les plus heureux, lorsque par des expériences réitérées on sera parvenu à lui donner toute l'énergie dont il est susceptible. Tel est l'avis des commissaires, et la classe a décidé que leur rapport seroit en entier inséré dans la partie historique de ses mémoires, pour conserver le souvenir et la date d'un premier essai qui peut devenir extrêmement intéressant par ses résultats physiques et économiques.

Horlogerie, échappemens.

M. Pictet, correspondant de l'Institut, a présenté de la part de MM. Malley de Genève, dix modèles d'échappemens construits sur un même calibre, et dont les trois derniers appartiennent d'une manière plus ou moins complète à l'artiste (M. Tavan) qui a construit tous ces modèles.

Il nous est impossible de donner ici une idée de tant de mécanismes divers, non plus que du rapport très-étendu dans lequel M. Prony a décrit et analysé tous ces échappemens. Nous dirons seulement d'après le jugement des commissaires, adopté par la classe, que l'esprit d'invention s'y trouve réuni à une exécution qui prouve un talent distingué, et qu'il est à desirer que la société de Genève publie le mémoire descriptif qui accompagnoit les dix modèles.

Métier à bas pour le tricot à côte.

Nous avons, dans la notice précédente, fait mention d'un rouet de l'invention de M. Bellemère, directeur du travail des jeunes orphelins de la Pitié. M. Desmarest nous a lu depuis un rapport intéressant sur un nouveau métier à bas pour la fabrication du tricot à côte, inventé par le même mécanicien qui ne l'a présenté à la classe qu'après s'être assuré par une expérience de deux ans de la réalité des avantages qu'il a desiré lui donner. En rendant les mouvemens du métier anglais beaucoup plus légers, l'artiste a su en faire un assemblage moins coûteux de moitié, ce qui fait desirer que la nouvelle machine puisse être introduite dans tous les ateliers de bonneterie protégés par le gouvernement.

Observations sur l'intensité et l'inclinaison de forces magnétiques, faites en France, en Italie et en Allemagne. Par MM. HUMBOLDT et GAY-LUSSAC.

A l'aide des savantes recherches de M. Coulomb, des formules de MM. de Borda et Laplace, on peut aujourd'hui déterminer avec assez de sûreté et sans trop de difficultés la déclinaison et l'inclinaison de la boussole, et l'intensité des forces magnétiques. Mais ces observations délicates exigent des instrumens parfaits, du temps et la connoissance exacte de la méridienne du lieu. Les voyageurs, à qui la plupart de ces moyens manquent trop souvent, n'ont pu faire que des observations trop peu sûres pour que l'on puisse conclure avec exactitude la position des pôles magnétiques de la terre, celle de l'équateur magnétique, et les points où il coupe l'équateur terrestre. M. Biot a pourtant essayé de déterminer, d'après les observations de M. La Peyrouse et Humboldt tous ces élémens de la théorie magnétique du globe, et il a donné les formules nécessaires pour calculer quelle doit être en un lieu quelconque la déclinaison et l'inclinaison de l'aiguille.

Le voyage que MM. Humboldt et Gay-Lussac ont fait depuis en Italie, en France et en Allemagne, leur a fourni de continuelles occasions de comparer leurs observations à l'hypothèse magnétique de M. Biot. La difficulté de déterminer la méridienne du lieu les a empêchés d'observer la déclinaison de l'aiguille dans leurs diverses

stations, mais ils ont observé l'inclinaison et le nombre d'oscillations que faisoit en un temps donné une aiguille horizontale; ils en ont conclu par une formule fort simple le nombre d'oscillations qu'elle auroit faites dans sa direction véritable, et de là l'intensité des forces magnétiques.

Pour que l'on pût saisir d'un coup-d'œil l'ensemble de leur travail, et les conséquences que l'on peut en déduire, M. Gay-Lussac qui s'est chargé de la rédaction a présenté dans un tableau général les observations mêmes, la longitude et la latitude terrestre du lieu; les longitudes et latitudes rapportées à l'équateur magnétique dans l'hypothèse de M. Biot, les inclinaisons calculées dans cette hypothèse et les différences qu'ils ont trouvées entre l'observation et ces calculs Enfin, pour que rien ne manquât à ce tableau, ils y ont joint des observations sur la nature du sol, et son élévation au-dessus du niveau de la mer.

Il est à remarquer que toutes les différences sont dans le même sens, que les inclinaisons calculées sont toutes trop fortes de quantités qui varient depuis 3° 42′ jusqu'à 5° 9′. En admettant qu'une partie de ces différences doit s'attribuer à des circonstances locales ou aux erreurs inévitables de l'observation, il paroît au moins fort vraisemblable qu'une partie plus considérable vient de la position attribuée aux nœuds de l'équateur magnétique, et à l'angle qu'il fait avec l'équateur terrestre. Il ne sera pas difficile de déterminer quelles corrections demande l'hypothèse de M. Biot, pour représenter beaucoup mieux les nouvelles observations et les concilier avec celles sur

lesquelles il avoit déterminé ses premiers élémens. Il est à présumer que M. Biot trouvera lui-même cet objet assez intéressant pour qu'il veuille s'en occuper quand il aura terminé la mission importante et difficile dont il est maintenant chargé (1). Pour donner à cette théorie toute la précision dont elle est susceptible, il seroit bien à désirer que l'on eût en des points du globe plus éloignés une suite d'observations faites avec le même soin que celles de MM. Humboldt et Gay-Lussac; mais en attendant on y voit déjà que l'intensité des forces magnétiques croît avec la latitude ainsi que M. Humboldt l'avoit remarqué dans son grand voyage. Car elle est à Berlin de 13703, tandis qu'à Rome elle n'est que 12642. Il résulte encore de ce travail que l'influence de la chaîne des Alpes a été très-foible, si même elle n'est pas nulle. Celle du Vésuve à l'instant du tremblement de terre et de l'éruption de 1805 n'a pas été beaucoup plus sensible et paroît devoir être attribuée à des circonstances locales plutôt qu'à un centre magnétique particulier.

La description des instrumens qui ont servi à ces observations, la discussion où M. Gay-Lussac est entré sur les meilleurs moyens d'observations ne peut qu'ajouter à la confiance que doit naturellement inspirer l'habileté et l'exactitude très-connue des observateurs.

---

(1) MM. Biot et Arago sont partis en septembre pour prolonger la méridienne jusqu'aux îles Baléares et continuer les travaux interrompus par la mort de M. Méchain; ils ont commencé en décembre l'observation du grand triangle qui joindra l'île d'Ivice à la côte du royaume de Valence.

Premier mémoire sur les gaz considérés sous leurs divers rapports avec le calorique, par M. Gay-Lussac.

MM. Humboldt et Gay-Lussac, par des expériences sur les moyens eudiométriques et l'analyse de l'air avoient été conduits à soupçonner que tous les gaz pourroient bien avoir la même capacité pour le calorique. Cette conséquence qui paroissoit découler de leurs observations, méritoit d'être examinée plus scrupuleusement; c'est ce que M. Gay-Lussac vient d'exécuter à son retour d'un voyage, dans lequel, avec M. Humboldt, il a parcouru la France, l'Italie et l'Allemagne. Ses nouvelles expériences en confirmant les premières, l'ont conduit pourtant à une conséquence toute opposée : les gaz qu'il avoit observés avec M. Humboldt, avoient réellement des capacités de calorique à très-peu près égales; mais on auroit eu tort d'attribuer affirmativement la même propriété à tous les gaz sans distinction.

L'appareil imaginé par M. Gay-Lussac est d'une grande simplicité; il consiste en deux ballons à double tubulure et égaux en capacité : à l'une des tubulures il avoit adapté un robinet, et à l'autre un thermomètre à alcool très-sensible. Ces ballons ayant été bien dépouillés de toute humidité par le muriate de chaux desséché, il y faisoit le vide, remplissoit l'un des ballons avec le gaz qu'il vouloit éprouver; ensuite il ouvroit la communication entre les deux ballons, une partie du gaz renfermé dans le premier se précipitoit alors dans

le second, jusqu'à ce que l'équilibre fût bien établi; alors M. Gay-Lussac observoit scrupuleusement les changemens de température indiqués par les deux thermomètres.

Dans la première expérience qui avoit pour objet l'air atmosphérique, on vit avec étonnement le thermomètre monter sensiblement dans le ballon vide à mesure que l'air s'y introduisoit.

Ce fait paroissoit entièrement opposé à un autre fait très-connu, qui est qu'une masse d'air renfermé dans un corps de pompe absorbe continuellement du calorique à mesure qu'elle se dilate sous le piston qui s'élève.

Dira-t-on que le vide n'étoit point assez parfait dans le second ballon, et que l'air qui s'y trouvoit encore venant à être comprimé par le nouvel air qui survient est obligé de restituer une partie du calorique qu'il contenoit? M. Gay-Lussac combat cette explication par le raisonnement d'abord, et ensuite par l'expérience directe.

Si l'alcool monte dans le second thermomètre, il descend de la même quantité à très-peu près dans le premier. A présent si, après avoir formé le vide dans le deuxième ballon, on rétablit la communication, le gaz également distribué sera réduit à une densité qui ne sera que moitié de la précédente, on verra l'un des thermomètres monter et l'autre descendre de quantités encore égales entre elles, mais moindres en raison de la diminution de densité; et si, par une opération pareille on réduit encore la densité à moitié de ce qu'elle étoit

dans le second essai, et par conséquent $\frac{1}{8}$ de la densité primitive, on verra la variation égale et contraire des deux thermomètres suivre encore la raison de la nouvelle densité. Des expériences pareilles faites avec des attentions particulières, sur le gaz hydrogène, sur le gaz oxigène, et sur le gaz acide carbonique ont donné des résultats semblables, c'est-à-dire que les quantités de calorique absorbés dans le premier ballon et dégagé dans le second ont toujours été égales de part et d'autre, et proportionnelles à la densité.

Pour rendre les expériences exactement comparables, il falloit que le temps de l'écoulement fût égal pour tous les gaz différens, c'est à quoi M. Gay-Lussac est parvenu par un appareil également simple et ingénieux, qui diminuoit l'orifice du tube de communication en raison de la racine carrée des densités; par ce moyen le temps de l'écoulement s'est trouvé de 11″ pour tous les gaz.

Par ce travail digne de l'attention des physiciens, et qu'il se propose de vérifier et d'étendre encore par des observations ultérieures, M. Gay-Lussac est parvenu aux conséquences suivantes, qu'il ne propose qu'avec la réserve qui caractérise le vrai savant.

1°. Lorsqu'un espace vide vient à être occupé par un gaz, le calorique qui se dégage n'est point dû au peu d'air qui pourroit y être resté;

2°. Si l'on fait communiquer deux espaces égaux l'un vide et l'autre plein de gaz, les variations de température, positive dans l'un et négative dans l'autre, sont égales en quantités mais non en intensité;

3°. Pour le même gaz ces variations sont proportionnelles au changement de densité qu'il éprouve ;

4°. Les variations par différens gaz sont d'autant plus grandes que les pesanteurs spécifiques sont plus petites;

5°. Les capacités d'un même gaz pour le calorique diminuent sous le même volume avec la densité ;

6°. Les capacités des gaz par le calorique sous des volumes égaux sont d'autant plus grandes que leurs pesanteurs spécifiques sont plus petites ; cette dernière conséquence sera évidente pour ceux qui connoîtront les expériences par lesquelles M. Gay-Lussac avoit prouvé précédemment que tous les gaz se dilatent égalcment par des élévations égales de température.

Thermomètres.

M. Cotte, correspondant de l'Institut, a comparé dans les jours les plus chauds des trois étés mémorables de 1802, 1803 et 1806, la marche de plusieurs thermomètres soit à mercure, soit à l'esprit-de-vin et diversement exposés.

Deux de ces thermomètres, l'un de mercure et l'autre d'esprit-de-vin, étoient placés à l'ombre et au nord.

Deux autres ont été exposés aux rayons directs du soleil.

Enfin les deux derniers étoient à l'intérieur du cabinet.

Tous ces thermomètres ont été construits avec le plus grand soin, et sous les yeux de différens membres de l'Académie des Sciences.

Avant de chercher l'effet des différentes expositions,

l'auteur a déterminé par des moyennes, entre un grand nombre d'observations, la marche relative de ces thermomètres dans une même position.

Il résulte de ces expériences que les différences entre les thermomètres à mercure et à esprit-de-vin sont beaucoup plus considérables lorsqu'ils sont directement exposés au soleil, ce que l'auteur attribue principalement à la couleur rouge de l'esprit-de-vin; cette différence est plus grande quand la chaleur est la plus forte.

La plus grande variation horaire a lieu de 6 à 7^h, et surtout de 7 à 8^h du matin; elle va en diminuant jusqu'à 11, augmente ensuite jusqu'à 2^h, et diminue un peu entre 2 et 3^h.

La différence entre le mercure et l'esprit-de-vin exposés au soleil, est à peu près la même depuis 10^h du matin jusqu'à 4 du soir.

Le *maximum* des thermomètres intérieurs n'arrive pas les mêmes jours que celui des thermomètres extérieurs.

Un nuage qui passe rapidement devant le soleil fait baisser subitement l'esprit-de-vin de 2 ou 3 degrés, celui du mercure de 1 ou $\frac{3}{2}$ degrés. Le nuage passé la liqueur remonte aussi promptement.

La marche du mercure est plus uniforme.

Le *maximum* pour les thermomètres extérieurs à l'ombre, a lieu de 2 à 3^h.

Pour les thermomètres exposés au soleil, entre 3 et 4^h.

Pour les thermomètres intérieurs, de 6 à 7^h du soir.

Dans les momens où la chaleur est la plus forte, on

observe dans la marche du mercure, et surtout dans celle de l'esprit-de-vin, une espèce de fluctuation et une agitation qui les fait monter et descendre continuellement.

OUVRAGES IMPRIMÉS.

Mémoire sur la relation qui existe entre les distances de cinq points quelconques pris dans l'espace suivi d'un Essai sur la Théorie des transversales; par M. Carnot.

Ce mémoire forme une suite intéressante à la *Géométrie de position* du même auteur. On y trouvera de même une foule de théorèmes utiles ou au moins très-curieux, des formules analytiques pour résoudre tous les problèmes relatifs à la pyramide quadrangulaire sans supposer d'autre connoissance que celle des arêtes. Toutes ces formules sont symétriques et d'une élégance qui plaira beaucoup aux géomètres. Il est vrai que quelques-unes seroient propres à effrayer le calculateur le plus hardi, et que l'on pourroit souvent par l'usage bien entendu de l'une et l'autre trigonométrie arriver à des solutions plus courtes de beaucoup, mais à chaque problême il faudroit des considérations nouvelles, et qui ne se présentent pas d'abord à l'esprit, au lieu qu'ici tout découle avec la plus grande clarté d'un petit nombre de principes connus. Mais un avantage plus grand, et que ne partagent pas les solutions trigonométriques, c'est que de la combinaison de ces formules on voit naître nombre de propositions nouvelles qui sans ce moyen se-

roient probablement restées long-temps inconnues. Cet ouvrage est donc un répertoire où les géomètres puiseront au besoin des expressions qui faciliteront la solution de problèmes très-compliqués. Pour donner une idée des calculs exécutés par l'auteur, nous citerons l'énoncé de l'un des derniers problèmes qui est comme le résumé de tout ce qui précède : *Des dix droites qui joignent deux à deux cinq points quelconques pris dans l'espace, neuf étant données trouver la dixième.*

L'Essai sur les transversales n'est pas moins curieux. Le principe fondamental avoit été de même posé dans la *Géométrie de position*, et ce principe étoit l'un des deux sur lesquels Ptolémée avoit appuyé toute sa trigonométrie sphérique. Par le mot de transversale on entend ici une droite quelconque qui coupe les trois côtés d'un triangle rectiligne ou leurs prolongemens. Une équation d'une simplicité remarquable exprime le rapport entre les segmens de ces côtés. L'auteur en déduit aussitôt trois autres formules de même nature, qui, transportées ensuite à la trigonométrie sphérique, se retrouvent encore les mêmes que Ptolémée avoit jugées suffisantes pour les besoins de l'astronomie. Il les avoit démontrées synthétiquement, les anciens n'avoient pas d'autre méthode, et ses démonstrations étendues par son commentateur Théon n'étoient pas bien compliquées. M. Carnot après avoir démontré le premier principe exactement comme Ptolémée, trouve pour les autres des moyens plus simples dans notre trigonométrie moderne.

Après s'être rencontré avec l'auteur grec, il donne à cette théorie de nombreux développemens qui l'étendent aux quadrilatères plans et sphériques, à tout polygone plan ou même gauche, et enfin aux pyramides; applications entièrement neuves, et dont on ne trouve pas le moindre vestige dans Ptolémée ni dans son commentateur.

M. Lacroix a donné une cinquième édition de ses Élémens de géométrie.

M. Haüy, la seconde de ses Élémens de physique. Le grand et rapide succès de la première nous dispense de tout détail sur le plan et l'exécution d'un ouvrage que son auteur a revu dans toutes ses parties pour l'enrichir de toutes les découvertes qui ont pu naître dans un si court intervalle. Ainsi l'on y trouvera la théorie des phénomènes capillaires par M. Laplace, les expériences de M. Gay-Lussac sur la dilatation des gaz, et le travail que M. Biot vient d'achever sur les rapports de la puissance réfractive avec la composition chimique de différentes substances.

ANALYSE

Des travaux de la classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institut national, depuis le premier messidor an 13 (20 juin 1805) jusqu'au premier juillet 1806.

PARTIE PHYSIQUE,

Par M. Cuvier, secrétaire perpétuel.

Lue à la séance publique du 7 juillet 1806.

Les productions de la nature ont des rapports trop intimes avec les climats qui les font naître, elles en sont modifiées trop essentiellement pour qu'aucune des branches de l'histoire naturelle puisse faire des progrès solides sans une connoissance exacte de la géographie; aussi cette dernière est-elle du domaine des naturalistes presque autant que de celui des astronomes. On sait tout ce qu'elle doit aux naturalistes voyageurs, et M. Olivier vient d'en donner de nouvelles preuves, dans une topographie de la Perse qu'il nous a présentée.

Il y décrit les chaînes des montagnes, le cours des eaux, et explique la nature des productions par celle du climat. La sécheresse presque absolue fait qu'il n'y a pas un vingtième de ce vaste empire en culture; des provinces entières n'ont pas un seul arbre qui ne soit planté

et arrosé de main d'homme. Le mal augmente sans cesse par la destruction des canaux qui amenoient de l'eau des montagnes, et les terres abandonnées s'imprègnent de sel, qui les rend pour jamais stériles.

Les méditations du naturaliste sédentaire peuvent aussi contribuer à la perfection de la géographie par des vues propres à diriger les recherches des voyageurs.

M. de *Lacépède* examinant ce que l'on connoît de l'Afrique, comparant le volume des fleuves qui arrivent à la mer à l'étendue du terrain sur lequel tombent les pluies de la zône torride, et à la quantité présumable de l'évaporation, jugeant enfin du nombre et de la direction des chaînes de l'intérieur par celles que l'on a visitées sur les bords de cette grande partie du monde, a proposé ses conjectures sur la disposition physique des contrées encore inconnues du centre, et particulièrement sur les mers et grands lacs, qu'il croit devoir y exister. Il a indiqué les routes qui lui paroissent propres à conduire plus promptement aux pays qui restent à découvrir.

Il y a une autre sorte de géographie conjecturale, qui cherche à déterminer l'ancien état des lieux par ce qu'on y observe aujourd'hui.

M. *Olivier* a examiné de cette manière ce qu'il peut y avoir eu de vrai dans la communication que l'on prétend avoir eu lieu autrefois entre la mer Noire et la Caspienne. Il pense qu'elle se faisoit en effet par le nord du Caucase, et que ce sont les alluvions du *Couban*, du *Volga* et du *Don* qui l'ont interrompue. Depuis lors la Caspienne ne recevant pas des fleuves qui s'y jettent

assez d'eau pour suffire à son évaporation, a toujours baissé de niveau, et se trouve aujourd'hui de soixante pieds plus basse que l'Euxin.

C'est ainsi qu'elle s'est séparée de la mer d'Aral, et qu'elle a laissé à découvert les immenses plaines de sable salé, qui l'entourent au nord et à l'est.

M. *Dureau de la Malle*, fils d'un membre de l'Institut, a trouvé dans les écrivains grecs et romains de nombreux témoignages de cette ancienne étendue de la Caspienne et de ses communications avec l'Euxin et avec l'Aral, et les a rassemblés dans un mémoire qu'il a présenté à cette classe et à celle d'histoire et littérature ancienne.

Les anciens attribuoient la séparation des deux premières de ces mers, et la grande diminution de l'Euxin lui-même, à la rupture du Bosphore qu'ils supposoient avoir causé le déluge de Deucalion, l'Euxin s'étant jeté avec violence par cette ouverture sur l'Archipel et sur la Grèce. Quelques-uns d'eux pensoient même qu'à cette époque la Méditerranée, subitement augmentée par la même cause, avoit rompu les colonnes d'Hercule et formé le détroit qui l'unit à l'Océan.

Mais M. Olivier pense que si l'Euxin eût été jamais plus élevé qu'aujourd'hui, il auroit trouvé un écoulement naturel par la plaine de Nicée, et par d'autres vallées qui conduisent à la Propontide et à l'Archipel; que dans aucun cas le canal étroit de Bosphore n'auroit pu fournir assez d'eau pour inonder les hautes montagnes de la Grèce qui sont plus élevées qu'aucun des bords de

l'Euxin, et encore bien moins pour produire un effet sensible sur l'immense étendue de la Méditerranée.

Il croit donc que les rapports des anciens avoient leurs fondemens, non pas dans l'observation ni dans la tradition, mais seulement dans des conjectures que l'état physique des lieux renverse entièrement.

Il n'en est pas moins vrai que la partie du Bosphore la plus voisine de l'Euxin offre des traces de révolutions volcaniques, mais le reste de son étendue est un vallon naturel : il en est de même de l'Hellespont.

Quelques autres recherches ont encore montré l'utilité de l'alliance des sciences exactes avec l'érudition.

M. Mongez à l'occasion de deux meules déterrées près d'Abbeville, a rassemblé tous les passages qui ont rapport aux pierres dont les anciens faisoient leurs meules. Il en résulte que c'étoient presque toujours des pierres basaltiques poreuses; celles d'Abbeville étant de poudingues, lui paroissent donc venir des Gaulois ou des Francs.

M. *Desmarets* ayant examiné les vêtemens déterrés dans un ancien tombeau de l'abbaye de Saint-Germain-des-Prés, a trouvé que presque tous les procédés employés aujourd'hui pour tisser nos différentes étoffes, l'étoient déjà dans le dixième siècle; et il en a pris occasion d'expliquer d'une manière nouvelle les articles de Pline sur les tissus des anciens.

Une fois la position, la nature et les limites d'un pays bien déterminées, c'est à l'histoire naturelle descriptive à en faire connoître les productions.

Les recherches des membres de la classe dans cette branche des sciences ont été très-fécondes.

Sa partie *botanique* a vu se continuer avec succès, des ouvrages importans.

La Flore de la *nouvelle Hollande* par M. de *la Billardière*, et la magnifique description du jardin de la *Malmaison* par M. *Ventenat*, sont arrivées chacune à leur dix-neuvième livraison ; la Flore d'Oware et de Benin par M. *de Beauvois* en est à la cinquième. Il a paru un cinquième volume du *Botaniste cultivateur* de M. *Dumont-Courcet*, correspondant ; et M. Lamarck a donné conjointement avec M. Decandolle une troisième édition fort augmentée de la *Flore française.*

M. de *la Billardière* nous a fait connoître plus particulièrement six nouveaux genres de la nouvelle Hollande.

Les trois premiers se rangent naturellement parmi les *myrtes*, famille assez nombreuse à la nouvelle Hollande, et dont la médecine et les arts peuvent tirer un parti avantageux à cause des huiles aromatiques que fourniront les arbres et les arbustes qui lui appartiennent.

Le premier genre nommé *pileanthus* est bien remarquable par une enveloppe d'une seule pièce renfermant chaque fleur; les pétales de celles-ci sont au nombre de cinq, et le calice partagé en dix lanières égales; le fruit inférieur et uniloculaire contient plusieurs graines.

Le second a reçu le nom de *calothamnus* à cause de l'élégance des fleurs dont les étamines nombreuses sont

portées sur un large filament divisé en deux à chaque extrémité, tandis que deux autres filamens sont stériles; le fruit est en tout semblable au *métrosideros*.

Le troisième appelé *calytrix*, se reconnoît à son calice tubuleux au-dessus du germe et divisé en cinq parties terminées chacune par une longue soie. La capsule ne contient qu'une graine.

Le quatrième a reçu le nom de *cephaletus* et appartient à la famille des *rosacées*, l'espèce nommée *follicularia* est peut-être encore plus remarquable que le *sarracenia* et le *nepenthes* par la forme de quelques-unes des feuilles qui représentent assez bien une bourse à jetons surmontée d'un opercule et bordée de crochets dirigés vers son intérieur.

Le cinquième nommé *actinotus*, a toutes les apparences d'une plante de la famille des *corymbifères*, quoiqu'elle appartienne réellement à celle des *ombellifères*. Les deux stygmates renflés vers le sommet sont surmontés du côté interne par une soie, ce qui leur donne l'apparence d'antennes d'insectes, comme dans le *lagoecia*. Il n'y a qu'une seule graine.

Le sixième appelé *prostanthera*, appartient à la nombreuse famille des *labiées*. Le calice est formé de deux divisions entières dont la plus grande se porte vers l'autre et la recouvre dès que la corolle est tombée; un appendice filiforme part de dessous chacune des anthères; le fruit est comme dans le genre *prasium*, mais une chose très-remarquable dans cette famille c'est que l'embryon ou corculum est renfermé dans un albumen

charnu et assez épais, tandis que dans les autres labiées observées jusqu'à ce jour il est à nu.

M. *de Beauvois* ayant suivi certains champignons dans tous leurs développemens, s'est aperçu qu'ils changent tellement de forme, que quelques botanistes les ont placés dans des genres différens selon l'âge auquel ils les ont observés; ainsi la *rhizomorphe* de *Persoon*, n'est que le second âge d'un champignon qui devient un vrai *bolet* au troisième, le *dematrium bombicinum* du même auteur devient au bout de quelque temps sa *mesenterica argentea*, puis il s'épaissit, prend des cellules qui le font ressembler à une *morille*, et finit également par devenir un vrai *bolet*; mais cette plante a besoin d'un peu de lumière pour parcourir ainsi tous ses périodes.

Les recherches de l'histoire naturelle des animaux, ont été moins nombreuses que celles de botanique, mais elles n'ont pas non plus manqué d'intérêt.

M. *de Beauvois* a commencé à publier les insectes qu'il a recueillis à la côte d'Afrique et en Amérique. Il en a déjà paru deux livraisons.

M. *Cuvier* a continué les deux grandes suites de recherches qu'il a entreprises depuis plusieurs années, sur les *animaux sans vertèbres*, et sur les *ossemens fossiles de quadrupèdes*.

Dans la première de ces suites, il a donné cette année l'anatomie de sept genres; la *scyllée*, le *glaucus*, l'*eolide*, le *colimaçon*, la *limace*, le *limnée* et le *planorbe*.

Les deux premiers étoient fort peu connus, même à l'extérieur, et l'auteur a rectifié les fausses idées que les naturalistes s'en étoient faites.

Dans la seconde suite, il a traité des os fossiles d'*ours*, de *rhinocéros* et d'*éléphans*.

Deux sortes d'ours inconnues aujourd'hui, sont ensevelies avec des tigres, des hyènes et d'autres carnassiers dans un grand nombre de cavernes des montagnes de la Hongrie et de l'Allemagne. Des os de rhinocéros et d'éléphant se trouvent en abondance dans les terrains meubles de toutes les parties du globe où l'on a fouillé. L'auteur a recueilli des notices de plus de six cents endroits des deux continens où l'on a déterré des os d'éléphans; encore tout récemment on en a trouvé des machelières et des défenses dans la forêt de Bondy en creusant le canal qui doit amener à Paris les eaux de la rivière d'Ourque. Plus on avance vers le nord et mieux ces ossemens sont conservés. Une île de la mer Glaciale en est presque entiérement formée.

Ces faits étoient en grande partie connus, mais ce qui résulte de la comparaison détaillée faite par M. *Cuvier*, des ossemens de ces rhinocéros et de ces éléphans fossiles avec ceux des animaux du même genre aujourd'hui vivans en Afrique et aux Indes, c'est que les premiers étoient différens par l'espèce. Les rhinocéros fossiles étoient plus bas sur jambes, avoient la tête plus grosse, plus longue, et le museau tout autrement fait que nos rhinocéros d'aujourd'hui; les éléphans avoient les machelières, la tête et surtout les alvéoles

des défenses d'une toute autre structure; la trompe avoit d'autres proportions.

L'auteur croit donc que ces deux espèces sont éteintes comme tant d'autres dont il a découvert les ossemens et les caractères distinctifs, et dont dix ou douze inconnues jusqu'ici de l'aveu de tous les naturalistes, ont leurs os incrustés dans les pierres à plâtre des environs de Paris. Il pense encore que ces espèces ont vécu dans les lieux où on trouve leurs os, et que ceux-ci n'y ont pas été amenés comme on le croit assez généralement par une inondation, car leurs os ne sont point usés par le frottement.

Mais on n'auroit des corps naturels qu'une connoissance bien superficielle, on ne pourroit surtout se rendre de leurs phénomènes qu'un compte bien incertain, si l'on se bornoit à la description de leur extérieur et si l'on ne cherchoit à les pénétrer plus intimement par le moyen de l'anatomie et de la chimie.

Cette dernière science surtout qui n'est qu'une dissection plus profonde, est à bon droit regardée comme la science fondamentale des êtres naturels, et d'après l'intérêt qu'elle inspire il n'est point étonnant que ce soit presque toujours elle qui ait un plus grand nombre de découvertes à produire dans nos revues annuelles.

M. *Fourcroy* a donné une édition nouvelle de sa philosophie chimique, le livre élémentaire de cette science le plus court, le plus méthodique et le plus employé.

Les deux agens principaux de la chimie, l'affinité qui rapproche les molécules des corps et le feu qui

les écarte, ont été cette année l'objet de recherches neuves et importantes.

On sait que la glace est plus légère que l'eau, puisqu'elle y surnage : d'un autre côté l'eau chaude en général est aussi plus légère que l'eau froide, mais ce liquide se condense-t-il toujours à mesure qu'il se refroidit, pour se dilater subitement à l'instant où il se congèle ?

On pouvoit en douter, et en effet la chose n'est point ainsi : c'est à quelques degrés au-dessus du point de congélation que l'eau est à son *maximum* de densité. M. *le Febvre Gineau* l'avoit prouvé directement il y a quelques années, par le moyen du thermomètre et de la balance hydrostatique, et M. le comte de *Rumfort* vient d'imaginer une expérience qui rend le fait très-sensible.

Un thermomètre a sa boule directement sous un tube suspendu par une coupe de liége et le tout est plongé dans de l'eau prête à se glacer. On touche la surface de cette eau vis-à-vis l'ouverture du tube avec un corps échauffé à trois ou quatre degrés seulement ; les molécules d'eau échauffées par ce contact, descendent dans le tube et agissent sur le thermomètre. Ainsi cette eau un peu plus chaude est aussi un peu plus pesante.

Cette expérience repose sur la théorie que M. de *Rumford* s'est faite, touchant la manière dont la chaleur se propage dans les liquides. Il pense que ceux-ci ne la conduisent pas comme font les corps solides, les métaux par exemple, et que le contact d'un corps chaud n'échauffe la masse d'un liquide qu'autant que les molé-

cules touchées et échauffées d'abord s'élèvent en vertu de la légèreté qu'elles acquièrent et laissent des molécules encore froides venir occuper leur place et s'échauffer à leur tour.

Il nous a donné récemment sur cette doctrine une expérience plus délicate et plus précise encore que toutes les précédentes. Une portion d'eau échauffée à 80 degrés n'étoit séparée d'un thermomètre placé au-dessous d'elle que par une lame d'eau froide de quelques lignes d'épaisseur ; pas une des molécules échauffées n'a pu descendre, et le thermomètre n'est pas monté d'un degré.

Le même physicien vient de faire des expériences sur une question de physique qui tient de près à l'affinité, je veux dire l'adhérence qu'ont entre elles les molécules des liquides. Voici comment il la rend pour ainsi dire palpable. Il place de l'huile sur de l'eau, et laisse tomber dans l'huile quelques grains très-menus d'étain ou quelques gouttes fort petites de mercure ; ces corpuscules arrivent bien jusqu'à l'eau, mais ils s'arrêtent à sa surface quoique beaucoup plus pesans qu'elle. L'adhérence de l'eau y forme l'équivalent d'une espèce de pellicule qui les soutiendroit ; mais si on les accumule, leur masse acquiert un poids qui surmonte cette adhérence, et déchire cette espèce de pellicule et ils se précipitent. L'apparence d'une pellicule semblable se forme aussi à la surface inférieure, car si on met de l'eau sur du mercure, et qu'on laisse tomber des globules de celui-ci dans l'eau, ils s'arrêtent aussi au fond de l'eau, sans se

mêler au reste du mercure, jusqu'à ce qu'ils aient été assez grossis. M. de *Rumfort* ajoute à ces expériences la remarque piquante que sans cette adhérence, le moindre vent enlèveroit l'eau de la mer et des rivières, bien plus facilement qu'il n'enlève la poussière ; qu'il y auroit à chaque instant des inondations terribles, que les bords des eaux seroient inhabitables et la navigation impossible.

Quant aux affinités chimiques proprement dites, c'est M. *Berthollet* qui semble en avoir fait son domaine particulier, et qui leur a imposé des lois toutes nouvelles, dont nous avons déjà rendu compte plusieurs fois. Ses premiers mémoires à ce sujet ont été annoncés dans nos rapports de l'an VIII et de l'an IX, et son grand ouvrage de la *Statique chimique* où il a consigné toute sa théorie, dans celui de l'an XI.

On sait que son idée principale consiste à ne point considérer l'affinité, ainsi qu'on le faisoit autrefois comme une force absolue, ni les combinaisons, comme toujours uniformes dans les proportions de leurs élémens.

Il montre au contraire, que beaucoup de circonstances, étrangères à la nature chimique des substances mises en contact, comme leur plus ou moins de cohésion, la pression, la température et par dessus toute chose leur quantité relative, influent sur leurs combinaisons et quant à l'espèce et quant à la proportion des élémens qui y entrent.

Il n'y a même presque jamais de séparation entière, mais quand on met trois substances en contact par

exemple, il se fait un partage de l'une des trois avec les deux autres sélon la force des affinités de celles-ci ; et quand on en met quatre, s'il se fait un précipité, il tient à l'indissolubilité de la combinaison et non pas à un calcul rigoureusement appréciable dans les sommes des affinités prises deux à deux.

On imagine aisément que des vues aussi nouvelles et applicables à des phénomènes aussi compliqués, seront long-temps susceptibles de développemens ultérieurs.

Aussi M. *Berthollet* s'en occupe-t-il avec une persévérance digne de leur importance, et il nous a communiqué cette année une troisième suite de ses recherches.

Il a montré qu'on peut au moyen de la pression, combiner avec les trois alcalis, des quantités d'acide carbonique beaucoup plus grandes qu'à l'ordinaire, et en former des sels parfaitement neutres, comme avec tous les autres acides.

C'est à ces combinaisons complètes qu'il réserve le nom de *carbonates ;* il donne aux combinaisons ordinaires celui de *sous-carbonates*, et fait voir qu'il y a entre les unes et les autres plusieurs combinaisons intermédiaires.

Il en est de même pour les carbonates terreux et pour plusieurs sortes de sels. Le phosphate de soude par exemple, peut cristalliser et avec excès d'acide et avec excès de base.

A la vérité les partisans de l'ancienne doctrine supposent que dans ces cas de proportions variables, il n'y

a point de combinaison, mais que le principe surabondant est simplement interposé dans l'état libre, entre les molécules des deux principes combinées dans la proportion ordinaire.

M. *Berthollet* répond que si la chose étoit ainsi, l'acide sulfurique versé sur un sous-carbonate devroit s'emparer d'abord des molécules alcalines libres, avant d'attaquer celles qui sont combinées avec l'acide carbonique. Or cela n'est point, car la moindre goutte du premier acide produit sur-le-champ le dégagement du second, c'est-à-dire l'effervescence. Le sulfate acidule de soude effleurit à l'air, c'est-à-dire qu'il y perd son eau de crystallisation, ce qu'il ne feroit pas si l'acide sulfurique surabondant y étoit à l'état libre, car il n'y a point de substance qui attire plus fortement l'humidité, que ne fait cet acide.

M. *Berthollet* avoit donné un moyen d'estimer le degré d'acidité des différens acides et celui d'alcalinité des différentes bases par la quantité qu'il faut de chacune de ces sortes de substances pour saturer ou neutraliser l'autre complètement, de manière à ce que la combinaison ne laisse apercevoir aucun indice d'acidité ni d'alcalinité.

Il confirme cette méthode en faisant voir que les proportions de ces quantités sont constantes, et que s'il faut par exemple à une base deux fois plus d'une espèce d'acide pour la saturer, que pour saturer une autre base, il faudra aussi à la première deux fois plus de toute autre espèce d'acide qu'à la seconde.

Mais le degré de résistance à la chaleur ne correspond point à cette force, et il est plus aisé par exemple de décomposer par le feu, le carbonate de magnésie que celui de chaux, quoique l'affinité de ces deux terres pour l'acide soit à peu près la même : c'est que le premier carbonate a beaucoup plus d'eau, et que d'autres expériences montrent que l'eau favorise le dégagement de l'acide carbonique.

Les conséquences de ces faits pour toutes les branches de la chimie et en particulier pour la théorie des analyses, sont incalculables.

Les tables des affinités et une grande partie des analyses faites jusqu'à ce jour en sont infirmées, et l'expérience prouve en effet que ces dernières ont presque toutes besoin d'être revues. Par exemple M. *Klaproth*, associé étranger, et M. *Vauquelin* après lui, viennent de trouver un cinquième d'acide fluorique, dans la topase où on ne l'avoit jamais soupçonné. Cette pierre passe donc dans la classe des substances acidifères.

Un autre minéral, regardé jusqu'ici comme une pierre passe dans la classe des métaux ; c'est celui qu'on appeloit autrefois *oisanite* ou *schorl octaëdre du Dauphiné*, et que M. *Haüy* avoit récemment nommé *anathase*. M. *Vauquelin* n'y a trouvé que de l'oxide de *titane* comme dans cet autre minéral qu'on avoit nommé *schorl rouge*.

Ce fait est important, parce qu'il offre deux minéraux entre lesquels les chimistes ne peuvent trouver encore aucune différence essentielle de composition, quoique

leurs qualités physiques, et particulièrement leur cristallisation, soient toutes différentes.

La minéralogie avoit déjà un cas pareil ; celui de l'*arragonite* où la chimie ne trouve qu'un carbonate de chaux, quoique sa pesanteur, sa dureté, sa cassure et sa cristallisation diffèrent beaucoup de celles du *spath calcaire* ou *chaux carbonatée* ordinaire.

Un exemple différent, mais qui établit de même une sorte d'opposition entre les caractères physiques, et les caractères chimiques des minéraux, s'est encore offert cette année.

C'est la mine de fer connue sous le nom de *fer spathique*. Elle a constamment la même forme cristalline que la chaux carbonatée, et comme elle en contient souvent une très-grande quantité, M. *Haüy* l'avoit rangée parmi les variétés de cette espèce, n'y considérant l'oxide de fer, que comme entraîné accidentellement lors de la cristallisation de la chaux, à peu près comme l'est le sable dans les singuliers cristaux de grès de la forêt de Fontainebleau.

On savoit en effet depuis long-temps que la quantité de fer y est très-variable.

Mais deux jeunes chimistes, MM. *Drapier* et *Descostils* viennent de découvrir que la chaux y varie encore davantage, que souvent il n'y en a presque point et que la magnésie et l'oxide de manganèse s'y trouvent en quantités tout aussi variables selon les échantillons.

Voilà donc des combinaisons très-différentes qui se présentent sous une forme toujours la même.

Ces sortes de difficultés, ces oppositions apparentes entre deux branches d'une même science ou entre deux manières d'envisager les objets, ne peuvent tenir qu'à quelqu'imperfection dans les principes de l'une ou de l'autre des deux méthodes, et méritent toute l'attention des amis de la vérité. Elles finissent ordinairement par la découverte de quelque nouveau fait général qui concilie tout.

Les travaux sur le platine brut, dont nous avons parlé dans nos deux derniers rapports, ont été continués cette année par différens chimistes et ont conduit enfin à des résultats clairs et satisfaisans.

M. *Fourcroy* en a rendu compte dans un mémoire où il s'est empressé de rendre justice à ceux qui y ont eu part avec lui.

En voici l'histoire en abrégé.

On se rappelle que M. *Descostils* cherchant à se rendre raison des différentes couleurs des sels triples de platine, s'aperçut que la couleur rouge de quelques-uns étoit due à quelque métal inconnu.

MM. *Fourcroy* et *Vauquelin* examinant de leur côté une poudre noire, qui reste après qu'on a dissout le platine, et trouvant que dans quelques expériences il s'élevoit une vapeur métallique très-odorante, que dans d'autres la substance se manifestoit d'une manière plus fixe, regardèrent aussi cette poudre comme une nouvelle substance métallique, dont ils attribuèrent les différentes propriétés aux différens degrés d'oxigénation.

Mais pendant ce temps, M. *Tennant* examinoit à Londres cette même poudre noire, et étoit parvenu à la décomposer encore en deux métaux différens ; l'un fixe, et l'autre très-volatile : et M. *Wollaston*, autre chimiste anglais, s'attachant à la dissolution, qu'on supposoit jusque-là ne contenir que du platine, y avoit encore trouvé deux autres métaux, différens et du platine et de ceux qui forment la poudre noire.

Ainsi après les longues et pénibles recherches dont ce singulier minéral a été l'objet pendant plus de quarante années, la chimie est parvenue à y démêler onze substances métalliques, savoir, *le platine*, *l'or*, *l'argent*, *le fer*, *le cuivre; le chrome* et le *titane* trouvés par MM. *Fourcroy* et *Vauquelin* dans les sables plus ou moins colorés qui y sont toujours mêlés ; les deux métaux nouveaux séparés de la dissolution nitro-muriatique de platine par M. *Wollaston* et qui sont :

Le *palladium* métal blanc, ductile, plus pesant que l'argent, très-fusible par son union avec le soufre, soluble dans l'acide nitrique, colorant ses dissolutions en rouge, précipitable à l'état métallique par le sulfate de fer, en vert sale par le prussiate de potasse, formant avec la soude un sel triple dissoluble dans l'alcool ; le même qu'on avoit un instant regardé comme un alliage de platine et de mercure ;

Et le *rhodium*, métal gris, aisément réductible, fixe et infusible, colorant en rose ses dissolutions acides, que le muriate d'étain rend très-intenses, précipitant par les alcalis en jaune, et point du tout par le prussiate

de potasse ; dont le sel triple avec la soude est indissoluble dans l'alcool, etc.

Enfin les deux métaux distingués par M. *Tennant* dans la poudre noire qui reste après la dissolution et qui sont :

L'*iridium* métal blanc, très-dur, difficile à fondre, presque insoluble dans l'acide nitro-muriatique, et point du tout dans les autres, oxidable et soluble par les alcalis fixes, et une fois oxidé soluble dans les acides, donnant des couleurs variées et vives à ses différentes solutions. Ce sont ses sels rouges qui colorent ceux du platine ;

L'*osmium* métal jusqu'à présent irréductible, dont l'oxide en forme de poudre noire est très-volatil, très-odorant, très-fusible, se dissout dans l'eau, s'élève avec elle en vapeur et lui donne une odeur et une saveur fortes. Sa dissolution se colore en beau bleu par la plus petite quantité d'infusion de noix de galle.

On ne sait ce qui doit le plus étonner de la singularité d'une composition semblable ou de la sagacité qu'il a fallu pour en démêler ainsi les nombreux élémens.

Cet autre métal nouveau découvert il y a quelques années par M. *Vauquelin*, le *chrome*, vient d'être reconnu dans les pierres météoriques par M. *Laugier.*

Il l'a été depuis par M. *Thenard* dans celles qui viennent de tomber auprès d'*Alet*, département du Gard, et que l'Académie de Nîmes a fait recueillir et adresser à l'Institut.

Ces pierres dont la chute n'est pas constatée par des témoignages moins authentiques, que celle des précé-

dentes, en diffèrent cependant par la couleur et la consistance : elles sont plus noires et plus friables, mais leur analyse a donné à M. *Thenard* à peu près les mêmes principes ; seulement les métaux y sont plus oxidés, et il y a un peu plus de charbon. Ce résultat a été confirmé par une commission de la classe.

Nous avions annoncé l'année dernière l'opinion de M. *Pacchiani* sur la composition de l'acide muriatique qu'il croyoit produire en enlevant à l'eau une partie de son oxigène, au moyen de la pile galvanique.

Cette découverte auroit été l'une des plus importantes que la chimie ait encore à désirer, mais elle ne s'est pas vérifiée, quand on a eu soin d'éloigner de l'appareil tout ce qui pouvoit fournir du sel marin ; c'est ce que MM. *Biot* et *Thenard* annoncent avoir constaté par des expériences rigoureuses.

Dans un travail sur la réfraction, entrepris d'abord pour l'utilité de l'astronomie, M. *Biot* a été conduit à faire de cette action des corps sur la lumière un emploi bien heureux pour l'analyse des substances transparentes.

On savoit depuis long-temps que les rayons de la lumière se brisent quand ils passent d'un milieu dans un autre de densité différente, et que les réfractions des différens milieux correspondent à leurs densités, à moins qu'ils n'aient quelque élément combustible. Ceux-ci augmentent la réfraction beaucoup au delà de ce que la seule densité auroit pu faire.

C'est d'après cette ancienne observation que Newton

avoit jugé que le diamant devoit être combustible et qu'il étoit même arrivé à ce point presqu'incroyable de deviner que l'eau devoit être en partie composée d'une substance combustible.

Si l'on mélange deux substances de réfractions et de proportions connues, et que l'on ait égard à la densité du mélange, on doit pouvoir calculer la réfraction totale, et réciproquement, quand on a la réfraction d'un mélange dont les élémens sont connus, on doit pouvoir calculer la proportion de ceux-ci.

Mon collègue, M. *Delambre*, explique dans son rapport, les principes de ce calcul.

M. *Biot* l'ayant appliqué à des mélanges de proportions connues et l'ayant toujours trouvé juste, l'a employé ensuite pour déterminer les proportions inconnues d'autres mélanges.

Il suffit pour cela de remplir un prisme de verre sous une pression connue avec la substance que l'on veut essayer ou d'en former une avec elle, si elle est solide, et d'observer au travers un objet éloigné; l'angle de réfraction se mesure avec le cercle répétiteur en tenant compte de la pression, de la chaleur et de l'humidité de l'air extérieur, et ce moyen étant susceptible d'une précision égale à celle des procédés astronomiques, surpasse nécessairement en rigueur tous nos procédés chimiques; mais on sent aussi qu'il n'est applicable qu'aux substances transparentes et dont on connoît les principes quant à leur espèce. Il est particulièrement utile pour perfectionner l'analyse si importante des substances

gazeuses, et M. *Biot* en a déjà obtenu à cet égard des résultats intéressans.

C'est l'oxigène qui réfracte le moins à densité égale, et l'hydrogène qui réfracte le plus. Les réfractions d'un même gaz sont rigoureusement proportionnelles à ses densités, quand la température est constante. C'est surtout à l'hydrogène que les substances fortement réfractives paroissent devoir leur force, car elles en contiennent toutes. L'air athmosphérique donne exactement à l'expérience la réfraction que doit produire d'après le calcul un mélange de 0,21 d'oxigène 0,787 d'azote et 0,003 d'acide carbonique. Même quand il ne s'agit plus d'un simple mélange, mais d'une combinaison plus intime, pourvu qu'elle n'ait pas produit une condensation très-considérable, la règle conserve son application. Ainsi le gaz d'ammoniaque, produit l'effet indiqué par les quantités d'azote et d'hydrogène qui entrent dans sa composition ; mais si la condensation est trop forte, il y a quelque altération quoique très-petite ; tel est le cas de l'eau.

L'examen du gaz acide muriatique fait d'après ces principes, montre que son radical ne peut être l'azote, et que ce gaz ne peut pas être non plus un oxide d'hydrogène, contenant moins d'oxigène que l'eau.

La réfraction du diamant étant beaucoup plus forte que celle qu'indiquent pour le carbone les réfractions de l'acide carbonique, de l'alcool, de l'éther, et des autres substances dont le carbone fait partie, M. *Biot* en conclut que le diamant ne peut être du carbone pur, et qu'il

y faut admettre au moins un quart d'hydrogène pour satisfaire aux résultats de l'expérience.

Les matières produites par les êtres organisés, sont encore bien loin d'être soumises à des procédés si rigoureux. Quoique l'on sache en gros de quels élémens elles se composent et que ces élémens primitifs ne soient pas très-nombreux, leurs combinaisons sont si variées, changent et se dénaturent si aisément dans les opérations qu'on leur fait subir, qu'il faudra étudier encore bien long-temps ces combinaisons elles-mêmes comme si elles étoient simples, et abstraction faite de leurs véritables principes élémentaires. Ces matières considérées ainsi, sont ce que l'on appelle les *principes immédiats* des corps organisés. Cette année en a encore fait connoître plusieurs à nos chimistes.

MM. *Vauquelin* et *Robiquet* ont trouvé dans le suc d'asperges une matière cristalline et soluble dans l'eau, qui n'est cependant ni un acide, ni un sel neutre et que n'affectent point les réactifs ordinaires. Ils se proposent d'en suivre avec soin la nature.

M. *Thenard*, professeur au collége de France, a mis complètement à découvert dans la bile, une matière sucrée dont on n'avoit jusqu'à présent que soupçonné l'existence, et dont la propriété est de tenir l'huile de la bile en dissolution. Les moyens d'analyse qu'il a employés ont été remarqués par les commissaires chargés de l'examen de son travail comme singulièrement ingénieux, et il étoit en effet très-difficile de débarrasser entièrement cette substance de celles qui la masquoient,

M. *Séguin* correspondant, a fait des recherches sur la nature du café, d'où il résulte que cette graine se compose d'albumine, d'huile, d'un principe particulier que l'auteur nomme *principe amer* et d'une matière verte, qui n'est elle-même qu'une combinaison de l'albumine et du principe amer; que les proportions varient dans les divers cafés; que la torréfaction augmente la proportion du principe amer en détruisant l'albumine; que ces deux derniers principes contiennent beaucoup d'azote; que le principe amer est antiseptique. L'huile du café est inodore, congélable et blanche comme du sain-doux.

M. *Séguin* a cherché ensuite si l'albumine ne se retrouveroit point dans d'autres végétaux, et il l'a découverte en effet dans un grand nombre qu'il spécifie. La plupart contenoient aussi en certaine proportion un principe amer plus ou moins semblable à celui du café.

Cette quantité remarquable d'albumine s'étant rencontrée surtout dans les sucs végétaux, propres à fermenter par eux-mêmes sans levure, et à donner une liqueur vineuse, tels que sont le suc de raisin, celui de groseilles, etc. M. *Séguin* a été conduit à rechercher si l'albumine ne contribueroit point efficacement à ce mouvement intestin encore si peu connu. Il nous assure qu'ayant enlevé l'albumine à ces sucs, ils sont devenus incapables de fermenter, et qu'ayant réuni artificiellement de l'albumine, celle du blanc d'œuf par exemple à de la matière sucrée, la fermentation a eu lieu quand d'ailleurs les circonstances étoient convenables, et il s'est toujours déposé une matière semblable à la levure,

qui ne lui a paru qu'une albumine altérée et devenue presque insoluble, sans perdre pour cela son action fermentescible; d'où il conclut que l'albumine soit animale, soit végétale, est le véritable ferment.

M. *Seguin* a reconnu de plus, que l'albumine se trouve dans trois degrés différens d'insolubilité et de disposition à devenir fibreuse; que plus elle est soluble, plus son action est énergique; que la proportion respective de l'albumine et du sucre dans les différens sucs, est ce qui détermine la nature vineuse ou acétique du produit de la fermentation; celui-ci étant d'autant plus spiritueux qu'il y avoit plus de sucre; enfin que la plupart des sucs fermentescibles contiennent un principe amer analogue à celui du café, qui n'entre pour rien dans la fermentation, mais qui contribue à la saveur et à la conservation de la liqueur fermentée.

Le *tannin*, ce principe végétal anciennement découvert par M. *Seguin*, et dont le caractère est de former avec la gélatine un composé insoluble, a été examiné de nouveau par M. *Bouillon Lagrange*, professeur au Lycée Napoléon.

Il lui a trouvé de l'affinité pour les alcalis, pour les terres et pour les oxides métalliques, et la faculté de se convertir en acide gallique en absorbant de l'oxigène.

Les tannins extraits des divers végétaux varient un peu en composition, et celui que M. *Hatchett*, chimiste anglais, a découvert en si grande abondance dans le *cachou*, est un peu plus oxigéné que les autres.

Le même M. *Hatchett* pense que l'on peut former de

toutes pièces un tannin artificiel en traitant le charbon par l'acide nitrique.

Un chimiste italien, M. *Morichini*, ayant trouvé de l'*acide fluorique* dans l'émail des machelières fossiles d'éléphant, analysa l'émail des dents humaines et crut y reconnoître le même principe. M. *Gay-Lussac* en trouva aussi dans l'ivoire tant frais que fossile et dans les défenses de sanglier.

MM. *Fourcroy* et *Vauquelin* ont répété ces expériences et ils ont en effet obtenu cet acide des défenses et des dents altérées par leur séjour dans la terre : mais non des mêmes parties dans l'état frais, ni même de celles qui, quoique fossiles, n'avoient point été altérées.

M. *Vauquelin* a fait cette année des recherches particulières sur les cheveux; en les dissolvant dans l'eau par le moyen de la machine de papin, et en examinant la dissolution et son résidu, il en a retiré neuf substances différentes : une matière animale semblable au mucilage; deux sortes d'huile; du fer dans un état incertain; quelques atomes d'oxide de manganèse, du phosphate de chaux, et très-peu de carbonate; assez de silice, et beaucoup de soufre.

Les cheveux noirs ont une huile de cette couleur; les roux en ont une rougeâtre, et les blancs une incolore. Les deux derniers ont toujours un excès de soufre; et les blancs en particulier du phosphate de magnésie.

Outre ces recherches de théorie, on a fait de la science chimique, plusieurs applications immédiates.

La manière d'imiter l'alun *de Rome* découverte

l'année dernière, s'est trouvée si heureuse, que l'on a vendu près de cent milliers d'alun fabriqué ainsi, comme s'il eût été vraiment de Rome.

C'est ce que nous ont annoncé MM. *Clément* et *Desormes*.

On sait que cette méthode ne consistoit qu'à le calciner et à le recristalliser, pour en enlever l'acide surabondant.

Cependant M. *Curaudeau* assure qu'il est encore nécessaire d'oxygéner au *maximum* le peu de fer que l'alun contient ordinairement.

Mais un dernier mémoire de MM. *Thénard* et *Roard* vient d'achever d'éclaircir ce sujet; un millième de fer influe sur les effets de l'alun en teinture; c'est à le priver de cette quantité si petite que doivent tendre les efforts des manufacturiers.

L'oxigénation du fer en est un moyen, parce qu'elle rend ce métal indissoluble dans l'acide.

Les aluns bien purifiés égalent donc parfaitement l'alun de Rome.

Une application plus utile encore est celle du gaz acide muriatique oxigéné, contre les *miasmes contagieux*. Ce préservatif dû à M. *Guyton* est aujourd'hui généralement employé. M. *Desgenettes* a fait constater ses effets avec le plus grand soin à l'hôpital militaire du val de Grace, et il résulte des tableaux comparatifs qu'il nous a adressés, que non seulement ces fumigations empêchent la communication des maladies, mais qu'elles paroissent concourir efficacement à la guérison.

M. *Pinel* a obtenu des succès semblables dans les salles les plus insalubres de l'hôpital de la Salpêtrière.

Le public a appris récemment par les journaux à quel point cet heureux préservatif a réussi en Espagne contre la fièvre jaune, et les graces accordées par le roi à ceux qui l'y ont essayé. On connoît aussi l'honorable récompense donnée par notre Empereur au principal auteur de la découverte.

C'est également par les journaux, et de l'autre extrémité de notre continent, que l'on vient d'être instruit du plein succès du procédé proposé par M. *Berthollet* pour conserver l'eau douce en mer, en charbonnant l'intérieur des tonneaux; le capitaine russe Krusenstern s'est empressé de reconnoître ce service dû à un savant d'une nation en guerre avec la sienne.

La seconde de ces sciences intérieures, qui cherchent à nous dévoiler la nature intime des êtres naturels, l'anatomie n'a pas manqué non plus d'accroissemens importans.

Un point particulier de l'anatomie des plantes, la voie par laquelle les semences sont fécondées, a été l'objet des recherches de M. *Turpin*.

Ce botaniste pense que l'ombilic, ou la partie par laquelle les graines adhèrent au fruit, outre les vaisseaux qui viennent du tronc, et qui nourrissent la graine, donne encore passage à d'autres canaux qui descendent du pistil, aboutissent vis-à-vis la petite racine de l'embrion, et lui portent le principe fécondant reçu par le stygmate de la poussière des étamines. On voit sur toutes les graines le vestige d'une petite ouverture que

M. *Turpin* nomme *micropyle*, et à laquelle il attribue cette fonction.

Les recherches de M. *Cuvier* sur les machelières fossiles des éléphants, l'ayant conduit à examiner les machelières fraîches, et l'occasion qu'il a eue de disséquer en peu d'années deux éléphans presque adultes, lui ayant permis d'observer en détail la manière dont croissent les dents de ces animaux, il a tiré de ces exemples vus en grand des conclusions sur la dentition en général. On peut considérer l'anatomie des très-grands animaux comme une sorte de microscope naturel, qui nous aide à mieux voir celle des petits.

C'est à confirmer la doctrine de *John Hunter* que M. *Cuvier* a été conduit, du moins pour ce qui regarde la substance dite *osseuse*. Elle n'a point de vaisseaux et n'est point formée par intus-susception comme les véritables os, mais par une transsudation successive des couches produites par le noyau pulpeux de la dent et qui se collent les unes sous les autres. L'émail est déposé dessus par la membrane qui enveloppe la jeune dent, et s'y fixe par une espèce de cristallisation; enfin une troisième substance propre à certains herbivores est déposée après l'émail, mais par la même membrane, qui change de nature à une certaine époque.

Ces deux derniers points avoient aussi été vus sur des dents plus petites, par R. *Blake*, anatomiste irlandais.

Cette troisième substance a été originairement découverte par M. *Tenon*, qui l'a nommée *cortical osseux*,

mais qui la regarde comme formée par l'ossification de la membrane capsulaire.

Ce respectable anatomiste a continué de nous communiquer son grand et beau travail sur les dents, et nous a entretenus cette année des dents du *cachalot* et de celles du *crocodile.*

Les premières n'ont point d'émail, mais seulement du cortical osseux. On distingue aisément l'un de l'autre, parce que l'émail est beaucoup plus dur, et se dissout tout entier dans les acides sans laisser de parenchyme gélatineux. Les défenses *d'éléphant* et les machelières de *morse* et du *dugong*, n'ont pas non plus d'autre enveloppe.

Comme M. *Cuvier* en parlant des dents de l'éléphant avoit rapporté plusieurs observations nouvellement faites soit par lui, soit par MM. *Everard Home*, *Corse* et R. *Blake* anatomistes ou naturalistes anglais, sur la manière dont ces dents s'usent, tombent et se remplacent, M. *Tenon* a présenté à la classe le travail qu'il a rédigé sur le même sujet depuis plus de vingt-cinq ans, et qui contient déjà une partie de ces observations.

Tout en constatant l'antériorité qui appartient légitimement à ce savant anatomiste, la classe a regretté qu'il ait privé si long-temps le public de ses découvertes et l'a fortement invité à les mettre au jour.

M. Tenon est au moment de publier un autre travail sur l'œil et sur ses maladies. Il a fait plusieurs remarques nouvelles sur les parties qui entourent cet organe : il a trouvé par exemple des faisceaux tendineux qui lient

les muscles droits aux bords antérieurs de l'orbite, leur servent de poulie de renvoi, et les empêchent de comprimer le globe; il a développé une tunique membraneuse qui entoure le globe, l'attache aux deux angles de l'orbite par deux espèces d'ailes, passe dans les paupières et s'y réfléchit derrière les tarses, donne enfin passage aux tendons des muscles; les autres anatomistes confondoient cette tunique avec la cellulosité; il a découvert de petits ligamens qui joignent les extrémités des tarses à l'orbite; il a examiné l'effet des diverses substances chimiques sur les cristallins qu'on y plonge; enfin il a établi une opinion nouvelle sur les agens qui transmettent à l'iris l'action de la rétine, et par lesquels les impressions que celle-ci reçoit dilatent ou contractent l'autre. M. *Tenon* cherche ces agens dans les processus ciliaires, dont les languettes se prolongent jusque derrière l'iris, et dont les queues touchent à la rétine.

Cet infatigable anatomiste nous a encore entretenus du vice de conformation nommé communément *bec de lièvre*. Il l'a trouvé, tantôt dépendant d'une déchirure de l'un des deux os maxillaires, tantôt de tous les deux, et il en attribue la cause à une dilatation disproportionnée de la langue. D'autres fois il a trouvé le palais divisé en arrière, et c'étoit alors un accroissement trop rapide du cerveau qui avoit produit le mal. Des enfans nés sans langue ou qui l'avoient perdue de bonne heure par la petite vérole, avoient au contraire le palais rétréci et sa concavité remplie.

L'expérience a appris à M. *Tenon* qu'il est dangereux

de choisir l'époque de l'éruption des incisives de remplacement pour faire l'opération propre à corriger une partie des difformités que ce vice occasionne.

La classe a vu avec une grande satisfaction un moyen précieux d'enseignement pour certaines parties de l'anatomie, les pièces d'anatomie artificielle préparées pour l'école de médecine par M. *Laumonier*, correspondant à Rouen. Il y a lieu de croire que le compte qu'elle en a rendu au Gouvernement a contribué à faire ériger sous la direction de cet habile anatomiste, un établissement où sera enseigné et pratiqué cet art utile, que l'Italie seule avoit possédé jusqu'ici dans une certaine perfection, mais où elle a été sans contredit surpassée par M. *Laumonier* non seulement dans l'exactitude des détails, mais encore dans la vérité de l'imitation.

L'anatomie artificielle inutile quand on ne l'emploie que pour représenter les parties du corps de l'homme et des animaux faciles à se procurer et à disséquer, nuisible même alors, parce qu'elle peut faire négliger aux jeunes gens l'étude du cadavre, qui peut seule leur donner des idées complètes; cette anatomie, disons-nous, peut être très-utile quand elle représente des préparations difficiles, quand elle montre dans un ensemble des systèmes qu'on ne peut disséquer que par parties, quand elle offre enfin des organes d'animaux rares ou des conformations singulières et monstrueuses. C'est à ces objets que la classe a conseillé d'en borner l'emploi.

M. *Laumonier* a présenté à la classe l'une des monstruosités les plus singulières qui aient encore été obser-

vées dans l'espèce humaine, et la conformation peut-être la plus approchante de l'hermaphroditisme parfait. Une femme avoit outre tous les organes de son sexe, deux testicules bien conformés, cachés dans l'épaisseur des grandes lèvres, et dont les vaisseaux déférens aboutissoient dans le fond de la matrice.

M. *Pictet*, correspondant et professeur de physique à Genève, nous a adressé le dessin d'un poulain monstrueux né au Locle dans le comté de Neufchâtel; il avoit les sabots fendus et représentant des espèces d'ongles; sa tête étoit aussi plus grosse et plus velue qu'à l'ordinaire. Les paysans l'assommèrent par superstition, parce que l'on attribua ces vices de conformation à la frayeur qu'avoit eue sa mère, de deux ours qui s'étoient rencontrés avec elle dans une écurie d'auberge.

Un jeune médecin, M. *Duvernoy*, a présenté à la classe un mémoire sur l'*hymen*, où il a montré que cette singulière membrane regardée assez généralement jusqu'ici comme un caractère propre à l'espèce humaine, se retrouve dans toutes les classes d'animaux.

Le même auteur a publié les trois derniers volumes des *Leçons d'anatomie comparée de M. Cuvier*, et terminé ainsi un ouvrage où l'anatomie et la physiologie sont considérées de la manière la plus générale.

M. *Dumas*, correspondant et professeur à Montpellier, n'avoit pas encore achevé sa grande physiologie, annoncée par nous il y a quelque temps, qu'il a été obligé de donner une édition nouvelle de ce qui a paru.

C'étoit déjà un succès bien mérité, mais il a voulu

le mériter encore davantage, en perfectionnant l'ordre de son ouvrage, en distinguant mieux les matières, en donnant plus de rigueur et d'étendue à ses propositions.

M. *Barthès*, correspondant et ancien professeur de la même ville, a reproduit son célèbre ouvrage des *Élémens de la science de l'homme*, qui fit dans le temps en physiologie une révolution heureuse.

Le desir bien naturel, mais prématuré, de rapporter aux lois générales de la physique et de la chimie, les phénomènes des corps vivans, avoit fait imaginer aux physiologistes du XVIIe et de la première moitié du XVIIIe siècle une foule d'hypothèses aussi compliquées que gratuites, et qui étoient néanmoins encore fort éloignées de les conduire à leur but.

Quelques bons esprits dégoûtés de ce dédale de suppositions contradictoires, imaginèrent d'appliquer aux corps vivans la méthode si utilement employée en astronomie physique depuis Newton. Ce grand homme découvrit que le mouvement si compliqué en apparence des astres, avoit pour l'un de ses élémens principaux la tendance de toutes les parties des corps les unes vers les autres selon certaines lois et dans une certaine mesure qu'il parvint à déterminer ; en un mot la *gravitation universelle ;* et admettant une fois pour toutes dans les calculs ce fait général rigoureusement défini et apprécié, sans en rechercher la cause, on est arrivé en effet à expliquer tous les phenomènes avec détail et précision, et à prévoir le temps et le lieu de chacun

avec plus d'exactitude encore qu'on ne l'auroit pu faire par les observations le plus long-temps continuées.

Cet abandon de la recherche des causes premières pour s'attacher uniquement à la détermination exacte des causes secondaires, ou des élémens immédiats des mouvemens, a donc été l'idée la plus heureuse et la plus féconde.

Ainsi les physiologistes ont eu raison de vouloir l'imiter, et l'on doit la plus grande reconnoissance à M. *Barthès* pour les y avoir engagés par l'exemple de ses succès.

Mais aujourd'hui que l'on ne conteste plus l'utilité de cette méthode, quelques réflexions sur la rigueur nécessaire pour en obtenir tout ce qu'on doit en attendre, ne seront peut-être pas déplacées.

Il faudroit imiter en tout les astronomes qui ne se contentent pas d'attribuer vaguement à l'*attraction* les phénomènes célestes ; mais qui analysent ceux-ci, qui y montrent la part des attractions de chacun des divers corps, et les distinguent de ce qui ne vient point d'elles; qui ayant déterminé la mesure et les lois de leur action, montrent par l'accord d'un calcul rigoureux avec des observations précises que ces lois sont en effet constamment les mêmes et ne tiennent à aucune supposition arbitraire.

Or ce n'est point cela qu'on fait, quand on dit simplement que les corps vivans, ont un principe vital et quand on attribue à ce principe sans autre définition tout ce qu'on ne peut expliquer autrement. Croire avoir dit quelque chose d'utile, quand on a dit vaguement

que la sensibilité, la contractilité sont des effets du principe vital, c'est à ce qu'il nous semble tromper les autres ou se tromper soi-même par un mot vuide de sens. Pour avoir le droit d'en comparer l'emploi à celui de la *gravitation universelle*, il faudroit analyser séparément chaque phénomène de la vie; déterminer la part qu'y ont les lois ordinaires de la physique et de la chimie; comparer ensuite dans chaque phénomène les élémens que ces deux sciences n'auroient pas fournis à ceux qui seroient restés de même après l'analyse des autres phénomènes; voir si tous ces élémens inconnus, extraits pour ainsi dire chacun séparément des phénomènes divers ont quelque chose de commun entre eux; rechercher enfin les lois qu'il faut attribuer à ce principe commun, si l'on trouve qu'il existe, pour qu'en le combinant avec ceux des sciences ordinaires il donne de tous les phénomènes observés une explication satisfaisante pour la raison, et fasse prévoir d'avance avec quelque exactitude les phénomènes qui devront arriver dans des circonstances nouvelles. C'est alors seulement que la physiologie pourra se flatter d'avoir un principe particulier, comme l'astronomie en a un; c'est alors seulement qu'il sera permis en bonne logique, d'employer dans ses raisonnemens et dans ses calculs le *principe vital*, comme un fait général dont on se dispensera de chercher la cause primitive, jusqu'à ce que de nouvelles découvertes donnent un espoir fondé de la reconnoître.

Mais on sent qu'on ne parviendra à ce but qu'en perfectionnant l'anatomie et la chimie des corps organisés,

en comparant sans cesse leurs résultats avec l'observation de ces corps, soit dans l'état de santé, soit dans l'état de maladie, en appliquant enfin cette méthode à toutes les classes de ces corps, quelles que soient la complication de leurs organes et l'étendue de leurs facultés.

Les ouvrages qui paroissent chaque jour sur les sciences médicales et physiologiques montrent combien il étoit nécessaire de rappeler ces principes, et j'aurois sans doute eu peine à trouver pour les présenter un moment et un lieu plus favorables que ceux-ci, où je parle en quelque sorte au nom d'un corps qui a fondé sur eux tous les importans travaux dont je viens de rendre compte.

ANALYSE

Des travaux de la classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institut national, pendant le second semestre de 1806.

PARTIE PHYSIQUE,

Par M. CUVIER, secrétaire perpétuel.

Lue à la Séance publique du 5 janvier 1807.

La nouvelle époque annuelle, fixée pour les séances publiques de cette classe, réduit à six mois l'intervalle dont nous avons à rendre compte aujourd'hui ; mais notre rapport n'en sera pas moins riche en résultats intéressans.

Les vacances nombreuses arrivées cette année dans le sein de la classe, en excitant une vive émulation ont produit un concours remarquable d'ouvrages sur différentes parties des sciences naturelles. Nous resterons fidèles à l'usage que nous avons observé jusqu'à présent, d'analyser ces écrits en même temps que ceux de nos collègues ; l'histoire des sciences l'exige : ces travaux étrangers en apparence se lient presque toujours avec les nôtres par l'identité des objets de recherches, et nous nous en approprions presque toujours quelque partie en répétant et en variant les observations ou les

expériences qui en font la base, quand nous avons à en apprécier la justesse.

MM. *Bosc* et *Silvestre*, principaux concurrens pour la section d'agriculture, ont fait valoir des ouvrages manuscrits très-considérables sur l'ensemble de cette science, et plusieurs mémoires particuliers déjà publiés sur quelques-unes de ses branches; les places importantes que le gouvernement leur a confiées dans cette partie de l'administration et leurs connaissances étendues dans les sciences physiques, ont également été prises en considération; la classe a eu le plaisir de les adopter l'un et l'autre. M. *Silvestre* a succédé à *Cels*; et M. *Bosc* profond naturaliste autant qu'habile agriculteur, dont on possède de si intéressans ouvrages sur l'histoire des animaux, a eu la place du vétérinaire *Gilber*, qui vaquoit depuis cinq ans.

Dans la section de botanique, il n'y avoit à donner que la place de feu M. *Adanson*, mais le concours n'en a pas moins été très brillant, par le nombre et l'importance des travaux que les concurrens ont soumis au jugement de la classe. Ce doit être une grande satisfaction pour les amis des sciences que de prendre connoissance de ces preuves éclatantes du zèle de ceux qui les cultivent.

M. *Palisot de Beauvois*, qui a été vainqueur, avoit des titres puissans, dans ses voyages en Afrique et en Amérique, dans sa *Flore d'Oware* et *de Benin*, dont nous avons déjà parlé plusieurs fois et qui a procuré à la botanique des plantes singulières; dans *celle des*

Etats - Unis d'Amérique qu'il prépare et dont il a déjà donné d'intéressans échantillons, enfin dans ses longues recherches sur les plantes appelées communément *cryptogames*. Ces recherches consistent en partie en descriptions d'espèces nouvelles et en établissement de genres ou autres distributions méthodiques dont il seroit difficile de donner un extrait; mais elles comprennent aussi des objets plus généraux, et principalement un système sur la fécondation des mousses et des champignons, que nous nous empressons d'autant plus d'analyser que, quoiqu'il soit annoncé depuis long-temps dans des ouvrages répandus et dignes de l'être, les botanistes ne paroissent pas y avoir fait assez d'attention.

On sait que les mousses produisent à une certaine époque des pédicules plus ou moins longs, terminés par des capsules ou des urnes d'une organisation assez compliquée, et remplies d'une poussière diversement colorée.

Dillenius et *Linné* crurent ces capsules des anthères ou des organes du sexe mâle, et cherchèrent ceux du sexe femelle dans certains groupes de feuilles en forme de rosettes ou d'étoiles, que l'on remarque sur d'autres parties de quelques-unes de ces petites plantes.

Cependant leur opinion ne prévalut pas généralement; on ne tarda point à penser que la poussière qui remplit les urnes étoit la semence et non pas le pollen.

Alors il fallut chercher l'analogue des étamines. *Hill* crut le voir dans les cils du bord de l'urne; *Kœhlreuter* crut le trouver dans la coiffe; *Schreber*, dans certains

filets placés au bas du pédicule, et d'autres ailleurs encore.

Mais, en 1774, un médecin établi à *Chemnitz*, *Jean Hedwig*, devenu depuis si célèbre, observant dans les rosettes de quelques mousses des corpuscules cylindriques découverts long-temps auparavant par *Micheli*, s'aperçut qu'ils s'ouvroient par le bout et qu'ils répandoient une poussière excessivement tenue : il ne douta donc point que ce ne fussent des anthères. Ayant ensuite semé la poussière plus grosse qui remplit les urnes, il en vit lever des mousses, et conclut que cette poussière étoit la graine, comme plusieurs l'avoient soupçonné avant lui, par conséquent que l'urne étoit le fruit ou l'organe femelle fécondé.

Ces observations publiées d'abord en abrégé en 1777, couronnées par l'académie de Pétersbourg en 1781, suivies pendant plus de trente ans avec une patience étonnante, et appuyées maintenant de grands ouvrages et de beaucoup de dessins faits au microscope, ont obtenu l'assentiment de presque tous les botanistes de l'Europe, et particulièrement de ceux qui s'occupent des mousses. La seule objection un peu forte qu'on ait pu leur opposer dans l'origine, savoir qu'on ne trouve pas de rosettes dans certains genres de mousses, est à peu près détruite, depuis qu'*Hedwig*, à force d'études, est parvenu à montrer que les anthères sont alors dans les bourgeons des aisselles ; ou bien qu'elles accompagnent la base du pédicule de l'urne, enfin depuis qu'il les a fait voir à peu près dans tous les genres.

C'est néanmoins ce système si accrédité que M. *de*

Beauvois combat, pour lui en substituer un qu'il avoit présenté à l'académie des sciences de Paris en 1782, et dont voici le fond.

Au milieu de cette poussière des urnes, qu'*Hedwig* regarde comme la graine, est une espèce de noyau ou de petit axe plus ou moins renflé, nommé par les botanistes la *columelle*. Ceux qui l'ont observé n'y ont vu qu'un parenchyme plus ou moins celluleux; *Hedwig* le représente plusieurs fois ainsi : mais M. *de Beauvois* dit y avoir remarqué de très-petits grains, et croit que ce sont là les véritables semences; l'autre poussière qui remplit l'urne autour de ce noyau, est selon lui le *pollen*; les mouvemens des cils du bord de l'urne, lorsque ces cils existent, n'ont, à ce qu'il pense, pour objet que de comprimer le *pollen* contre les semences pour les féconder au moment où elles vont s'échapper.

Ainsi selon M. *de Beauvois* l'urne seroit hermaphrodite, tout l'appareil si compliqué des organes qu'*Hedwig* prend pour des anthères, et qui se retrouvent dans presque toutes les mousses, n'auroit aucun usage connu : les individus de certaines espèces qui ne portent que des rosettes, n'auroient aucune part à la propagation; le *pollen* seroit plus gros et plus abondant que la semence : celle-ci même auroit été invisible pour presque tous les observateurs; elle seroit fécondée, non pas dans l'ovaire, et encore tendre et petite comme se féconde celle de toutes les autres plantes, mais au moment de sa sortie et lorsqu'elle est déjà toute développée; enfin si l'on demande comment *Hedwig* a fait venir des mousses en semant ce

que M. *de Beauvois* croit n'être que le *pollen*, celui-ci répond qu'*Hedwig* semoit en même temps sans s'en apercevoir cette véritable graine presqu'invisible. On sentira que pour confirmer une opinion si nouvelle, il faudroit non-seulement pouvoir montrer cette graine, mais encore la semer séparément et sans l'autre; malheureusement cette dernière expérience n'a pas été faite, et même, ainsi qu'on en peut juger par l'exposé ci-dessus, il est à peu près impossible de la faire.

M. *de Beauvois* a des idées semblables sur la fructification des *champignons*.

Diverses parties de ces plantes, comme les lames des *agarics*, les pointes des *hydnes*, etc., se couvrent à certaines époques d'une multitude de petits grains ou poussières; d'autres genres, comme les *lycoperdons*, en ont leur intérieur rempli, et les font jaillir à l'époque de la maturité. Ces grains sont regardés comme les semences ou comme leurs capsules, du moins par tous les botanistes qui croient que les champignons ont des semences. M. *de Beauvois* veut au contraire qu'ils soient le *pollen*, et dit que les semences sont dans l'intérieur des lames ou des pointes, ou bien dans quelque autre partie du tissu, et qu'elles y ont jusqu'à présent échappé aux yeux de ses prédécesseurs, parce qu'elles sont à peu près invisibles. C'est aussi au moment de l'explosion, et par conséquent lorsqu'elles sont déjà développées, qu'il croit que les graines des *lycoperdons*, ainsi que celles des mousses, se fécondent.

Tel est le système d'après lequel M. *de Beauvois* se

croit autorisé à remplacer le nom de *cryptogames ou* de *fructification cachée* donné par *Linnæus* et conservé encore par *Hedwig* à ces différentes familles, par celui *d'AEthéogames ou plantes à fructification insolite ou extraordinaire.*

Il a publié une partie de son *prodrome d'AEthéogamie*, brochure où il annonce la distribution qu'il établit parmi les mousses; il y fait abstraction dans la formation des genres de ce qu'*Hedwig* prend pour les organes du sexe mâle, précaution convenable en effet, tant que les fonctions de ces parties ne seront point hors de contestation, et il use de la même prudence vis-à-vis de lui-même, ne tenant non plus aucun compte de cette columelle qu'il prend pour le pistil. Cependant c'est d'après les organes des sexes qu'il sépare dans ce même prodrome les *lycopodes* des *mousses ordinaires*; mais c'est qu'il pense qu'il ne reste aucun doute à l'égard des premiers, du moins dans quelques genres.

Dans une seconde partie, encore manuscrite et soumise à la classe pendant ce semestre, M. *de Beauvois* présente sa distribution des champignons et des *algues*. Il fait pour les premiers quelques changemens à la distribution de *Persoon*, et réduit le nombre des genres de soixante-onze à soixante, qu'il distribue en six ordres.

Dans un mémoire plus récent, il annonce avoir vu sur de jeunes plantes des grains qui lui ont paru semblables aux semences des champignons parasites qui ont coutume

de se développer dans la substance de ces plantes, et sous leur épiderme; il en conclut contre un mémoire de M. *de Candolle*, dont nous parlerons bientôt, que ces graines traversent l'épiderme pour se loger dessous. Il s'arrête davantage à certains champignons vivaces qui croissent par couches du haut en bas, au contraire des autres végétaux; c'est une observation faite depuis long-temps par *Marsilli* et par *Bulliard*, mais M. *de Beauvois* y ajoute l'idée que chaque couche peut être considérée comme un individu particulier ou comme un champignon nouveau provenant des graines de la couche antérieure.

Enfin, M. *de Beauvois* a montré qu'il y a assez de différences entre les fleurs du *Raphia* d'Oware et celles du *Sagoutier* des Moluques, pour qu'on ne les laisse plus dans le même genre de *palmier*, comme on le faisoit jusqu'ici; et il a communiqué la description de deux *lobélies*.

Parmi les concurrens moins heureux, il n'y en a eu que deux, MM. *de Candolle et du Petit-Thouars* qui aient présenté des mémoires nouveaux dans cette occasion.

M. *de Candolle*, quoique jeune encore, a enrichi de découvertes aussi nombreuses qu'intéressantes la physique végétale, la botanique proprement dite, et la matière médicale.

A la première de ces sciences appartiennent les observations qu'il a faites sur l'action de la lumière artificielle qui, n'agissant d'abord qu'insensiblement, parvient à la

fin à changer tout-à-fait les habitudes des végétaux ; ses observations sur les pores corticaux ; sur la production du gaz oxigène par les lichens verts, qui avoit été niée, et dont il a montré la réalité ; enfin sur la végétation du guy, qui attire bien la sève du pommier, tandis qu'il ne peut pomper l'eau où on le plonge immédiatement : fait important qui modifie les idées qu'on avoit sur les causes de l'ascension de la sève.

A la botanique descriptive se rapportent son histoire des *plantes grasses*, celle des *liliacées*, celle des *astragales*, l'édition de la *Flore française*, qu'il vient de donner sous les yeux de notre confrère M. *de la Marck*, et divers mémoires particuliers ; ouvrages qui ont enrichi le catalogue des végétaux de trente-sept genres et de plus de trois cents espèces auparavant inconnues.

Enfin, en matière médicale, il a distingué le premier les divers végétaux confondus sous le nom d'*Ipécacuanha*, et ceux qui se donnent aussi pèle-mèle sous celui de *mousse de Corse*, et dans un traité sur l'*accord des vertus des plantes avec leurs familles naturelles*, il a développé, d'après des vues nouvelles, les règles à suivre dans ces sortes de recherches ; règles dont la négligence avoit induit en de graves erreurs ceux qui s'étoient occupés avant lui de ce sujet, l'un des plus importans de la botanique appliquée.

A tous ces travaux M. *de Candolle* a ajouté trois mémoires qu'il a présentés à la classe dans le cours de ce semestre.

Le premier roule sur *les champignons parasites* qui

se développent sous l'épiderme des végétaux, et qui causent à plusieurs espèces utiles des maladies funestes; tels sont la *rouille des bleds* et le *charbon*, qui détruit les *avoines*. La *carie* qui empoisonne le *froment* en vient probablement aussi. On avoit cru jusqu'à présent que ces champignons s'introduisoient par les pores de l'épiderme; mais comme les liqueurs colorées ne traversent ces pores qu'avec peine, et qu'une simple application n'inocule point ces maladies aux plantes, M. *de Candolle* pense que leurs germes s'introduisent par les racines avec les sucs nourriciers des végétaux, et circulent dans l'intérieur des vaisseaux, jusqu'à ce qu'ils arrivent aux endroits convenables à leur développement; il les compare, à cet égard, aux vers intestins qui ne peuvent subsister que dans l'intérieur du corps des autres animaux; de cette théorie et de l'observation que chaque espèce de champignon parasite ne peut se propager que dans des plantes de même famille, il déduit des règles dont l'agriculture pourra profiter pour arrêter cette sorte de contagion.

On connoissoit avant M. *de Candolle* quatre-vingt-quatre de ces champignons : ses observations ont augmenté ce nombre de plus de cent.

Dans un mémoire sur les *algues marines*, il montre que ces plantes n'ont point de vraies racines; qu'il n'y a dans leur organisation aucune trace de vaisseaux; qu'elles absorbent l'humidité par toute leur surface; qu'elles dégagent d'autant plus de gaz oxigène à la lumière qu'elles sont plus vertes; il annonce que les petits grains regardés

jusqu'ici comme leurs semences, n'en sont que les capsules, et contiennent des grains beaucoup plus petits, enduits d'une viscosité qui les fixe où ils doivent germer.

Enfin, M. *de Candolle* a présenté un mémoire de botanique proprement dite sur la famille des *rubiacées*, qu'il divise en quatre ordres, et à laquelle il ajoute quatre nouveaux genres.

M. *du Petit-Thouars* a séjourné long-temps dans les îles de *France* et *de Bourbon*, et voyagé à *Madagascar*. Il a commencé à en publier la Flore, qui est très-riche en plantes singulières; il y a fait surtout des observations précieuses sur les *orchidées*, plantes qui ont besoin d'être examinées en vie, et qui se refusent à la culture. Il est prêt à en publier un grand nombre d'*espèces nouvelles*. Les *fougères* ont aussi été pour lui un objet important de recherches. La seule île de *Madagascar* lui a fourni quatre-vingt-neuf genres nouveaux dont il vient de faire imprimer les caractères, qu'il avoit envoyés en France il y a près de dix ans. Ses observations sur la germination du *cycas* lui ont fait découvrir que cet arbre singulier, dont les uns faisoient un *palmier*, et les autres une *fougère*, doit constituer une famille à part, également distincte de ces deux-là.

Le *dracœna* ou *bois chandelle* lui a fait connoître des faits particuliers fort curieux qui l'ont conduit à un système général et nouveau sur le développement des arbres. Nous allons essayer d'en donner une idée.

On sait que le tronc des arbres ordinaires grossit par des couches de bois qui se manifestent chaque année

sous l'écorce, et qu'il s'alonge et se ramifie par des pousses qui ne sont que le développement des bourgeons. Chacune de ces nouvelles pousses n'a qu'une seule couche de bois qui est en communication avec la dernière de celles qui se sont formées sur le tronc, et le filet médullaire qui occupe l'axe de ces pousses vient de la moelle qui règne dans le milieu de l'arbre. Les physiciens pensent généralement que ces couches ligneuses successives naissent chaque année sous la face interne de l'écorce.

Les *palmiers* et les autres arbres *monocotylédones* croissent tout différemment : les nouvelles fibres se développent dans l'axe, et non pas dans le pourtour du tronc ; elles traversent toute la longueur de cet axe pour aller s'épanouir au sommet de l'arbre, en feuilles et en fleurs. Voilà pourquoi le tronc des *palmiers* ne grossit presque point, surtout dans le bas, et ne produit d'ordinaire aucunes branches.

M. *Desfontaines*, notre collègue, a fait voir que cette manière de croître est commune à peu près à toutes les plantes *monocotylédones*, et les distingue en général des *dicotylédones*.

Or M. du *Petit-Thouars* ayant remarqué que les *dracœna*, arbres réellement *monocotylédones*, se ramifient pour ainsi dire comme les arbres ordinaires, et voulant se rendre compte de ce phénomène, il s'assura par la dissection, que l'axe d'un rameau ne communique point avec celui de l'arbre, mais que les fibres de ce rameau arrivées à l'endroit de sa jonction avec le tronc

s'épanouissent sur celui-ci, en divergeant comme des rayons ; les fibres inférieures descendent directement, les supérieures après avoir monté un peu se recourbent et descendent aussi. Ces arbres croîtroient donc par des couches concentriques, et en effet ils grossissent autant qu'ils se ramifient. Tels sont une partie des faits : voici maintenant le système.

M. *du Petit-Thouars*, appliquant ces observations à tous les arbres à couches concentriques, conclut que les nouvelles couches ne sont point produites par l'écorce, mais par les bourgeons ; que leurs fibres sont des prolongemens descendans de ces bourgeons, comme les pousses en sont des prolongemens ascendans. Il pense que le suc contenu dans la moelle fournit aux bourgeons leur première nourriture, comme les cotylédons la fournissent à la jeune plante ; il est obligé d'ajouter que ces fibres se développent depuis les bourgeons qui leur donnent naissance, jusqu'aux racines, avec une rapidité qu'il compare à celle de la lumière ou de l'électricité, car la couche ligneuse se forme sur toute l'étendue de l'arbre dans l'espace de quelques jours. La nécessité d'admettre un développement si rapide est déjà, comme on voit, une difficulté forte contre cette opinion. Il y en a une seconde qui a paru encore plus péremptoire : Quand on greffe une espèce d'arbre sur un autre, du poirier, par exemple, sur du pommier, chaque espèce forme son bois dans les parties qui viennent d'elle ; le sujet n'a que du bois de pommier, et tout ce qui est au-dessus de l'insertion n'a que du bois de poirier. On

distingue nettement l'endroit où les deux bois se séparent, et comme on a grand soin d'ébourgeonner le sujet, il faut bien, à ce qu'il semble, que son bois soit fourni uniquement par l'écorce; car comment, demandent les partisans de l'ancienne doctrine, des bourgeons de poirier donneroient-ils du bois de pommier? C'est que, répond M. *du Petit-Thouars*, les fibres qui descendent de ces bourgeons ne peuvent se nourrir dans leur trajet le long du tronc du pommier que du cambium ou des sucs que celui-ci leur fournit.

Pendant qu'une rivalité noble animoit ainsi les candidats, les botanistes membres de la classe, en continuant leurs travaux, se montroient dignes d'être les principaux juges de ce grand concours.

M. *Ventenat* poursuivoit sa belle entreprise du jardin de la *Malmaison*. Un nouveau cahier (le 20e) en a paru dans ce semestre.

La première des espèces qui y sont décrites est une superbe légumineuse originaire de Botany-Bay, et qui présente dans les organes de sa fructification des caractères qui n'ont pas été encore observés dans les végétaux de cette famille. M. *Ventenat* n'a pas hésité à en faire un genre nouveau auquel il a rapporté une seconde espèce cultivée également à la Malmaison, quoiqu'elle n'ait pas encore fleuri; mais elle ressemble tellement à la première par son port qu'il est presque certain qu'elle doit lui être conforme dans les organes de la fructification.

La dernière est une malvacée originaire des Canaries,

dont les fleurs, grandes comme celles de la Ketmie des jardins, sont d'un rouge de feu, couleur extrêmement rare dans les plantes de cette famille. Cette livraison, ainsi que celles qui l'ont précédée, fait regretter aux personnes qui s'intéressent à la science, que la santé de l'auteur l'ait forcé de suspendre cet ouvrage.

M. *de la Billardière* conduisoit jusqu'à la vingt-troisième livraison sa *Flore de la Nouvelle-Hollande*. Cinq nouveaux genres s'y trouvent décrits, dont un surtout que M. *de la Billardière* nomme *athérosperme*, et qui lui paroît appartenir à la famille des *renoncules*, est un arbre qui pourra devenir utile à la France, parce que ses amandes ont le goût et l'odeur de la muscade, et qu'il paroît devoir très-bien supporter la température de notre climat.

L'un de nos plus célèbres correspondans, M. *de Humboldt*, continue à publier, avec son compagnon de voyage, M. *Bonpland*, les plantes qu'ils ont observées dans l'*Amérique équinoxiale*. Il vient d'en paroître encore deux livraisons. La seule famille des *mélastomes* devra à ces savans voyageurs une telle quantité d'espèces nouvelles qu'ils ont pu lui consacrer un ouvrage particulier.

Ils n'enrichissent pas moins l'histoire des animaux.

Le *condor*, cet oiseau si fameux des Cordilières, n'avoit point été décrit avant eux d'une manière uniforme, et l'on en avoit beaucoup exagéré la grandeur.

Il n'a guère plus d'un mètre de hauteur, ni de trois ou quatre d'envergure. Sa couleur générale est un brun-

noirâtre : le bas du cou est garni d'un collier de plumes blanches. Le mâle se distingue par une crête charnue sur le sommet de la tête et par une tache blanche à l'aile, qui manquent à la femelle.

Les observations de ces deux voyageurs sur l'*anguille électrique* de Surinam (*gymnotus electricus*) sont bien curieuses. Ce poisson est assez commun dans certaines mares de la Guiane, et donne des commotions assez vives pour étourdir des chevaux, les faire tomber et les exposer à se noyer. C'est même ainsi qu'on s'empare de l'anguille parce que ces commotions l'affoiblissent elle-même en se répétant, et qu'alors on peut la saisir sans danger. M. *de Humboldt*, en posant les deux pieds sur une anguille qui venoit d'être tirée de l'eau, éprouva une douleur si vive que l'impression en dura toute la journée, et qu'il ne put en distinguer la nature; mais quand on ne s'expose qu'à des commotions foibles, on y remarque un tremblement particulier, une espèce de soubresaut des tendons, qui n'a point lieu dans les commotions électriques ordinaires. Celles des gymnotes ressemblent davantage à la douleur que l'on produit en galvanisant une plaie. Elles ne dépendent que de la volonté de l'animal, qui les donne sans faire aucun mouvement apparent, et les dirige comme il lui plaît : mieux il est nourri, plus on renouvelle l'eau où on le tient, plus ses commotions sont fortes; mais elles cessent sur-le-champ quand on lui enlève le cœur et le cerveau. Elles se propagent au travers des mêmes corps que celles de l'électricité; cependant il ne suffit pas pour les recevoir

de toucher l'eau où est le poisson ; en revanche, il n'est pas nécessaire de faire un cercle ou de toucher le poisson en deux endroits.

M. *Tenon* a donné une suite importante à ses Mémoires *sur la dentition du cheval.*

Après avoir rappelé en abrégé les résultats de ceux qu'il a présentés les années passées, il s'est occupé particulièrement des arrière-molaires, ou des trois dernières dents de chaque mâchoire.

Celles d'en bas ont deux racines, celles d'en haut trois. Les fûts des premières sont plus minces et arqués d'avant en arrière ; ceux des autres s'arquent vers le palais : cette courbure les distingue des molaires antérieures, soit de lait, soit de remplacement, qui sont droites.

Les premières de ces arrière-molaires sont déjà visibles dans l'alvéole à la naissance ; elles paroissent à neuf mois et durent toute la vie : aussi ont-elles plus de longueur à user par la mastication que toutes les autres. La première et la deuxième ont en arrière une petite arète longitudinale qui leur aide à fendre l'alvéole, mais qui est bientôt suivie d'une surface plane, destinée à donner appui à la molaire qui vient derrière. La troisième arrière-molaire au contraire ne devant être suivie d'aucune autre dent, conserve son arète sur toute sa longueur ; mais elle a un petit renflement qui l'empêche de déboucher de l'alvéole aussi rapidement que les autres. Toutes ces dents en se développant font sur la mâchoire l'effet d'un instrument expansif qui la dilate inégalement, et en fait varier la forme selon les âges, et conformément aux besoins de chaque âge.

Ce n'est qu'en étudiant ainsi la nature jusque dans les moindres détails de ses ouvrages, que l'on devient digne de l'admirer comme elle mérite de l'être; mais combien cette étude est difficile! La seule dentition du cheval suivie par M. *Tenon* dans toutes ses époques, a été pour lui l'objet d'un travail assidu de plusieurs années.

Ce savant et respectable anatomiste a aussi publié récemment le premier volume de ses *Recherches d'anatomie et de chirurgie*. Il y traite principalement des yeux, de leurs maladies, de l'exfoliation des os, et il y a fait insérer plusieurs des mémoires dont nous avons rendu compte dans nos rapports précédens. Cet ouvrage, destiné aux hommes de l'art, ne pourroit être suffisamment analysé dans un rapport aussi abrégé que celui-ci.

M. *Cuvier* continue ses recherches sur les animaux que les révolutions du globe paroissent avoir détruits. Il en a encore décrit cinq dans ce semestre. Les ossemens du premier étoient connus depuis assez long-temps, et se trouvent abondamment le long des différentes rivières de l'Amérique septentrionale, où on on leur a appliqué mal à propos le nom de *mammouth* qui appartient exclusivement à l'*éléphant fossile*, si commun en *Sibérie*. Des quatre autres qui sont du même genre, mais que l'on n'avoit point reconnus jusqu'ici, deux se déterrent en Europe et deux en Amérique méridionale.

Les caractères communs à ces cinq animaux sont d'avoir porté des défenses et une trompe, comme l'éléphant, et d'avoir eu leurs mâchelières hérissées de pointes coniques disposées par paires. C'est cette der-

nière circonstance qu'exprime le nom générique de *mastodonte* ou *animaux à dents mammelonnées*, qui leur est imposé par M. *Cuvier*.

Les travaux de ce naturaliste sur les os fossiles si communs dans les carrières à plâtre de nos environs, viennent d'être couronnés par la découverte faite tout récemment à Montmartre d'un squelette presque complet. Il appartient à l'une des onze espèces aujourd'hui détruites et que M. *Cuvier* a pour ainsi dire reformées. Ce qui n'avoit pu être que conjecturé sur des os trouvés isolément, est aujourd'hui pleinement confirmé par ce squelette où ils sont encore dans leur union naturelle.

M. *de Beauvois* a fait paroître le troisième cahier de ses *Insectes recueillis en Afrique et en Amérique.*

L'histoire des animaux, placée sur la limite des sciences physiques et des sciences morales, n'emploie pas seulement, dans ses recherches, la théorie de l'action des corps; celle des opérations de l'esprit ne lui est point étrangère.

On sait, par exemple, que la nature et les bornes de l'intelligence des brutes occupent depuis long-temps les métaphysiciens, quoiqu'elles ne puissent guère être déterminées que par les observations des naturalistes.

Sous ce dernier rapport elles peuvent donc faire aussi l'objet des recherches de notre classe, et c'est par cette raison que nous avons entendu avec intérêt un mémoire *sur l'instinct* ou plutôt *contre l'instinct*, qui nous a été lu par M. *Dupont de Nemours*, membre de la classe d'histoire.

Des considérations étrangères compliquoient autrefois ces sortes de questions, et *Descartes* ne s'en étoit débarrassé qu'en se jetant dans un parti extrême, et en faisant des brutes de pures machines.

Si l'on ne savoit par tant d'expériences jusqu'où l'esprit de système a quelquefois entraîné les plus grands hommes, on seroit tenté de croire, ou que ce n'étoit pas son sérieux, ou qu'il n'avoit jamais caressé un chien ni conduit un cheval.

Quoi qu'il en soit, depuis que les philosophes ont trouvé plus convenable d'observer la nature réelle que d'en créer une imaginaire, ils en sont revenus à penser sur cet objet à peu près comme le peuple.

Aucun d'eux ne doute, non seulement que les animaux n'aient la conscience de leurs sensations, et ne soient déterminés dans leurs actions par le plaisir et par la peine actuels, mais encore qu'ils n'aient une grande mémoire, qu'ils ne se forment par des expériences répétées des jugemens généraux fondés sur le sentiment de l'analogie, et qu'ils ne se conduisent ensuite d'après le plaisir et la peine que ces jugemens leur font prévoir, et souvent malgré l'attrait actuel d'une peine ou d'un plaisir présens; enfin que ces moyens biens dirigés ne puissent être employés par l'homme à leur éducation, et ne les conduisent quelquefois à prendre l'habitude d'exécuter avec une justesse admirable des actions très-difficiles et auxquelles même leur conformation ne sembloit point appropriée.

Aucun de ces philosophes ne doute non plus que les

animaux n'aient divers moyens d'exprimer leurs besoins et leurs passions, et que ceux d'un ordre supérieur, c'est-à-dire voisins de nous par l'organisation, n'apprennent la signification de plusieurs de nos mots auxquels ils obéissent sans se méprendre.

Mais, indépendamment de ces facultés qui ressemblent aux nôtres, au degré près, et qui varient à un degré presque aussi considérable dans les différentes classes d'animaux, les naturalistes ont cru reconnoître dans certaines espèces, d'autres facultés qui leur ont paru essentiellement différentes et auxquelles ils ont donné le nom d'*instinct*.

Ce sont certaines actions nécessaires à la conservation de l'espèce, mais souvent entièrement étrangères aux besoins apparens des individus, souvent aussi très-compliquées; qui, pour qu'on les attribuât à l'intelligence, supposeroient une prévoyance et des connoissances que personne n'oseroit accorder à ces espèces; actions qui ne peuvent non plus être attribuées à l'imitation, parce que les individus qui les pratiquent paroissent souvent dans l'impossibilité de les avoir apprises, et que cependant ceux de la même espèce les exercent toujours à peu près de la même manière; enfin, et ceci n'est pas moins remarquable, actions qui ne sont en aucun rapport avec le degré de l'intelligence ordinaire, qui deviennent plus singulières, plus savantes, plus désintéressées, à mesure que les animaux qui les font appartiennent à des classes moins élevées, et, dans tout le reste, plus stupides. C'est parmi les insectes, les mollusques, les vers, qu'on

observe les instincts les plus admirables. Il semble que l'instinct et l'intelligence soient deux facultés faites pour se compenser, et dont l'une supplée à l'autre, comme à d'autres égards la fécondité supplée à la force ou à la longévité; c'est même par la juste proportion de l'intelligence, de l'instinct et des qualités physiques, telles que la finesse des sens ou la force du corps, que les espèces se conservent.

Les naturalistes ont donc pensé que les animaux, doués d'instincts, exercent ces actions particulières en vertu d'une impulsion intérieure, indépendante de l'expérience, de la prévoyance, de l'éducation, et des agens extérieurs, ou en d'autres termes, que c'est *leur organisation qui les détermine par elle-même* à agir ainsi. Ce résultat a été adopté à peu près par tous les observateurs; et s'ils ont varié, ce n'est qu'en expliquant la manière dont l'organisation peut donner cette détermination : voici, à cet égard, l'hypothèse particulière de l'un d'eux.

Le besoin ou le desir d'une certaine action ne peut être occasionné que par des sensations ou des souvenirs de sensations; en un mot, par des images; mais il n'est pas nécessaire qu'une sensation vienne du dehors, car toute sensation extérieure exige des mouvemens intérieurs des nerfs et du cerveau, sans lesquels elle n'auroit pas lieu : or, ces mouvemens intérieurs peuvent naître dans les organes eux-mêmes sans action du dehors, et il en naît souvent ainsi dans les rêves et dans différentes maladies; rien n'empêche donc que certains animaux ne soient organisés de manière à ce qu'il y ait constamment

en eux des mouvemens intérieurs propres à produire des sensations, des images, et à ce que ces images déterminent impérieusement leur volonté à certaines actions.

Cette hypothèse ne paroît avoir rien de commun avec celle des idées innées, qui n'a pour objet que les idées générales ou abstraites: car, ceux qui nient, avec raison, que les idées générales de l'homme soient innées, n'ont jamais prétendu que l'homme ne puisse avoir des sensations en vertu des mouvemens intérieurs de son propre corps et sans l'intervention des corps extérieurs ; l'expérience de chaque jour les auroit démentis.

Elle ne paroît avoir rien de commun non plus avec celle du matérialisme : car, quelque idée que l'on se fasse de la nature intime du principe sentant, on est toujours obligé de convenir qu'il n'éprouve de sensations que par l'intermède du cerveau et du système nerveux.

Enfin, elle n'a rien qui la rapproche plus qu'aucune autre du *fatalisme*; car, toute action étant déterminée, ou par une sensation actuelle, ou par le souvenir d'une sensation passée, ou enfin par la crainte ou l'espoir d'une sensation future, que ces sensations soient internes ou externes, l'état de la question n'est pas changé.

Cependant il semble que c'est surtout la crainte de donner dans l'un de ces trois écueils qui a déterminé M. *Dupont* à rejeter indistinctement toute espèce d'instinct.

Il commence par montrer que les actions des animaux d'ordres supérieurs, comme les *quadrupèdes* et les

oiseaux, résultent de la combinaison de leur expérience et de leurs facultés physiques, et il n'y a aucune peine; tous les naturalistes en conviennent aujourd'hui. Ensuite il cherche à expliquer physiquement comment ces animaux, et les enfans eux-mêmes apprennent à tetter; il montre que plusieurs espèces ont le pouvoir de faire entendre des sons assez nombreux pour former une langue très-compliquée et il assure avoir observé qu'ils emploient une partie de ces sons dans des circonstances tellement semblables qu'on ne peut guère douter qu'ils ne leur attachent une signification fixe. Ses observations, à cet égard, sont très-intéressantes, et propres à enrichir l'histoire naturelle de ces espèces.

Il cherche aussi à prouver que les espèces peuvent perfectionner leurs procédés dans certaines circonstances; mais peut-être les naturalistes lui reprocheront-ils ici d'avoir pris quelquefois des espèces différentes pour la même perfectionnée. Ainsi, le castor architecte du Canada, n'est pas entièrement semblable au castor terrier du Rhône, l'araignée sociale du Paraguay n'est point du tout la même que nos araignées solitaires.

On conçoit d'après ce que nous avons dit ci-dessus, que la plus grande difficulté pour M. *Dupont*, devoit être d'expliquer comment les insectes ont appris les précautions si merveilleuses avec lesquelles ils préparent à l'œuf, qu'eux et quelquefois d'autres qu'eux doivent pondre, et au ver qui en doit naître, l'abri et la nourriture qui leur conviennent, quoique ces insectes n'aient souvent jamais vu et ne doivent jamais revoir

ni œuf, ni ver semblable, et que les besoins du ver n'aient aucun rapport avec ceux de l'insecte qui travaille pour lui.

Parmi des milliers d'exemples qu'on auroit pu alléguer, M. *Dupont* n'en a choisi qu'un seul ; mais on ne peut l'accuser de l'avoir choisi aisé ; c'est celui d'une espèce de *fausse guêpe solitaire*, dont voici l'industrie. Pendant sa vie d'insecte parfait elle se tient sur les fleurs ; quand elle est prête à pondre, elle creuse dans du sable argilleux un trou cylindrique ; elle dépose un œuf au fond ; elle va chercher sur le chou une petite chenille verte, dont elle n'avoit jamais fait sa proie auparavant ; la guêpe pique la chenille de son aiguillon, de manière à affoiblir celle-ci, pour qu'elle ne puisse résister au ver qui sortira de l'œuf et qui doit la dévorer ; mais point assez pour la tuer et la faire corrompre ; elle la roule en cercle et la met au fond du trou ; elle en va chercher successivement onze autres toutes semblables qu'elle traite et place de même, puis elle ferme le trou et meurt ; le petit ver éclot, il dévore successivement les douze chenilles et alors il se métamorphose en guêpe qui sort de son souterrain pour voltiger long-temps sur les fleurs, s'y livrer à l'amour, et recommencer, quand elle voudra pondre, précisément les mêmes opérations que sa mère, et sur les mêmes chenilles.

M. *Dupont de Nemours* est non-seulement obligé de supposer, et suppose en effet dans son explication, que l'insecte parfait conserve le souvenir des sensations qu'il a éprouvées dans l'état de ver, quoiqu'il ait entière-

ment changé de forme et d'organes ; mais il faut encore qu'il pense, quoiqu'il ne le dise pas expressément, que la *guèpe* peut désormais reconnoître par la vue les chenilles et le sable, qu'elle n'avoit appris à connoître que par le tact, et même par son ancien tact de ver ; car le ver est aveugle ; il vit dans un souterrain, et quand la guèpe éclot dans ce souterrain les chenilles n'y sont plus. Enfin, comme M. *Dupont* n'ose admettre dans la *guèpe* la prévoyance que l'œuf qu'elle dépose deviendra *ver*, et aura besoin de tout ce qu'elle fait pour lui, il en vient à dire qu'elle fait tout cela seulement pour s'*amuser* en imitant ce qu'elle a vu dans son enfance.

Telles nous paroissent d'une part les difficultés que M. *Dupont* combat, et de l'autre celles où il s'engage ; on verra aisément par notre exposé que nous ne les jugeons pas de même force, mais nous avouerons que nous n'avons peut-être pas l'impartialité nécessaire pour tenir entre elles une balance égale ; et comme nous n'avons aucun droit d'en porter un jugement, nous engageons nos lecteurs à les revoir eux-mêmes dans le mémoire de M. *Dupont*, où ils trouveront d'ailleurs tout le plaisir que l'esprit et l'imagination de cet ingénieux philosophe ne peuvent manquer de procurer.

La *médecine*, qui n'est qu'une application des lois de l'économie animale à la guérison des maladies, a fait, comme on sait, dans ces dernières années l'une de ses découvertes les plus importantes, en trouvant la *vaccine*. Sa propriété préservative est aujourd'hui suffisamment démontrée, mais il reste encore bien des observations à

faire sur les modifications dont elle est susceptible. M. *Hallé* en a communiqué à la classe de très-intéressantes sur les irrégularités que l'inoculation de la vaccine a éprouvées à Lucques dans le cours de l'année 1806.

Ces différences n'ont point affecté la marche, les périodes ni les caractères essentiels de l'éruption vaccinale.

Elles se sont seulement manifestées :

Dans *la forme du bouton*, qui en s'étendant et se confondant avec de petites pustules réunies autour de la pustule principale perdoit et sa forme régulière, et la dépression ombilicale qu'il offroit au moment de sa formation ;

Dans *la nature de la croûte qui succède à la pustule ;* celle-ci n'avoit point la couleur brune, luisante, polie de la croûte de la vaccine ordinaire ; elle étoit irrégulière dans sa forme, comme le bouton qui lui avoit donné naissance, et laissoit dans la peau un enfoncement plus ou moins profond, qui se remplissoit ensuite complètement ;

Enfin, dans *des éruptions de pustules sur tout le corps*, qui se sont montrées dans le moment où se formoit l'aréole autour du bouton principal.

Ces irrégularités ont été *épidémiques* dans tout le territoire de *Lucques*.

Les contre épreuves faites par l'inoculation de la petite vérole, sur les individus qui avoient éprouvé des vaccines irrégulières, ont démontré que leur irrégularité n'a aucunement altéré la propriété préservative de la vaccine.

La troisième partie de l'histoire de la nature, celle qui traite des *minéraux*, a été enrichie récemment d'un fait intéressant.

M. *Vauquelin* vient de découvrir la présence du platine dans les fameuses mines d'argent de *Guadalcanal* en *Estrémadure*.

On n'avoit trouvé jusqu'ici ce métal, qui peut devenir si précieux pour presque tous les arts, que dans les mines du *Pérou*, où il est combiné avec une multitude de substances diverses, ainsi que nous l'avons annoncé dans notre dernier rapport. Dans celles de *Guadalcanal*, il est allié avec de l'argent, du cuivre, de l'antimoine, du fer, de l'arsenic, du plomb et du soufre. Il fait quelquefois jusqu'au dixième de la masse.

Le même chimiste a fait des expériences de la plus haute importance sur l'affinage des mines de fer.

On sait que la France assez pauvre en métaux précieux, produit en revanche une abondance d'excellent fer, mais l'on connoît aussi combien ce métal diffère en bonté selon les mines d'où il vient et les forges où on le prépare.

M. *Vauquelin* pour découvrir les causes de ces différences a commencé d'analyser avec cette exactitude si étonnante qui le distingue, les minerais et les fontes que l'on expose aux fourneaux, les fondans que l'on y ajoute, et les scories ou autres déchets que l'on en sépare.

Il a trouvé dans nos mines de fer limoneuses de

Bourgogne et de Franche-Comté, outre l'oxide de fer, de la silice, de l'alumine, de la chaux, du manganèse oxidé, de l'acide phosphorique, de la magnésie et de l'acide chromique. Une partie de ces substances reste dans la fonte, surtout dans la blanche, et l'on en retrouve des parcelles, même dans le fer le mieux affiné, quoique la plus grande quantité passe dans les scories ou les crasses, et dans les matières qui se subliment dans les fourneaux.

C'est aux restes de chrome, de phosphore et de manganèse, que M. *Vauquelin* attribue les mauvaises qualités de certains fers comme celles de casser à chaud et à froid; et tous les soins des maîtres de forges doivent tendre à débarrasser leur métal de ces substances nuisibles.

Outre ces remarques utiles, M. *Vauquelin* en fait une très-curieuse; c'est que cette composition soit des mines, soit surtout du sublimé des fourneaux, ressemble beaucoup à celle des pierres tombées de l'atmosphère. Il n'y a que le *nickel* qui se trouve de plus dans ces dernières. Comme ces substances qui se subliment ne restent pas toutes dans le fourneau et qu'il s'en élève sans doute quelques-unes plus haut, il ne croit pas impossible qu'elles entrent pour quelque chose dans la formation de ces pierres : la seule difficulté seroit de savoir comment ces métaux sublimés pourroient se réunir dans l'atmosphère, en masses aussi grandes que le sont certains *aërolithes*.

Ce sujet des mines de fer a été traité sous un autre

point de vue par MM. *Descostils* et *Hassenfratz*, ingénieurs des mines. Il s'agissoit du *fer* dit vulgairement *spathique*, dont nous avons annoncé dans notre dernier rapport que la composition est fort variable. Ses minerais sont plus ou moins fusibles et donnent du fer plus ou moins bon. M. *Descostils* pense que la difficulté d'en fondre quelques-uns, tient à la magnésie qui entre dans leur composition ; tous les fers spatiques infusibles qu'il a analysés lui ont donné de cette terre, et en ayant ajouté une portion à des échantillons fusibles par eux-mêmes, il leur a ôté cette propriété. Il explique par-là l'effet de l'exposition à l'air et à l'humidité, pour faciliter la fonte de ces minerais ; c'est qu'il se forme par la décomposition des pyrites, de l'acide sulfurique qui dissout la magnésie. Cependant M. *Hassenfratz* conteste cette théorie, et dit avoir eu des fers spathiques infusibles, sans qu'ils continssent de magnésie. Il croit que l'exposition à l'air ne fait que détruire la cohésion du minerai. Nous rendrons compte dans le temps du jugement qui aura été porté sur cette question intéressante pour la métallurgie.

M. *Lelièvre* a décrit un minéral que l'on prenoit aussi pour un fer spathique, et qui s'est trouvé contenir plus de moitié d'oxide de manganèse combiné avec près d'un tiers d'acide carbonique, et seulement huit centièmes de fer et deux centièmes et demi de chaux. C'est donc un *manganèse carbonaté*, espèce nouvelle dans le genre.

Le même minéralogiste a décrit une pierre qu'il a

découverte à l'île d'Elbe. Elle contient plus de moitié de son poids d'oxide de fer, et un peu d'oxide de manganèse. Le reste est formé de silice et de chaux. Son noyau cristallin est un prisme à base rombe, sa couleur noire et opaque, sa dureté un peu inférieure à celle du feldspath, et sa pesanteur spécifique quadruple de celle de l'eau distilée. M. *Lelièvre* la nomme *yénite* d'après l'un des événemens les plus mémorables de ce siècle.

M. *Baraillon*, correspondant de la classe d'histoire, ayant découvert dans les fouilles qu'il fait faire à l'ancienne ville romaine de *Neri*, près Montluçon, des vases antiques d'*étaim*, M. *Mongez*, membre de la même classe, a été curieux de connoître leur dégré de pureté. Il résulte de l'analyse qu'en a faite à sa prière, M. *Anfrye*, inspecteur-général des essais à la monnaie, qu'ils contiennent près de trois dixièmes et demi de plomb. On sait, par les expériences de M. *Proust*, qu'un tel alliage n'offre aucun des dangers qu'on imaginoit.

Nous avons parlé l'année dernière d'une application importante de la chimie aux arts, qui consistoit à rendre les aluns communs égaux à l'alun de Rome pour la teinture, et nous avons vu qu'il ne s'agissoit que de les débarrasser d'un peu de fer.

Aux divers moyens imaginés pour cela, M. *Séguin* correspondant, vient d'en ajouter un nouveau, pris de la différence de solubilité de l'alun pur, et de l'alun chargé de fer. Il fait dissoudre seize parties d'alun ordinaire dans vingt-quatre parties d'eau, laisse cristal-

liser, et obtient par ce moyen quatorze parties d'alun aussi pur que celui de Rome, et deux parties à peu près au degré de celui de *Liége*.

On peut appliquer ce procédé à la fabrication première, et obtenir, dès l'origine, un alun qui vaut un tiers de plus.

Le même chimiste a continué ses travaux sur l'analyse des sucs des végétaux.

Il a traité dans ce semestre de ceux qui necontiennent point de *tannin*; ils ont tous plus ou moins d'*albumine* et de *principe amer*. Plus l'*albumine* y est abondante, plus aussi l'odeur est forte, et plus le suc se corrompt aisément. Les *champignons*, les *crucifères* et les *solanées* sont dans ce cas. *M. Séguin* donne l'aperçu des proportions de ces deux principes, dans vingt-deux familles naturelles de plantes, en faisant remarquer dans plusieurs les différences de ces proportions dans les diverses parties du végétal, et dans la même plante prise à différens âges. Tous ces sucs, traités par l'acide sulfurique ou le muriate d'étain, ont acquis l'odeur soit de poires ou de pommes cuites, soit de quelque liqueur fermentée, comme du cidre ou de la bière.

Ce qui rend ces sortes de recherches si difficiles, c'est la quantité prodigieuse de réactions et de combinaisons diverses qui peuvent se faire entre des substances élémentaires assez peu nombreuses par elles-mêmes.

Nous en avons eu de nouvelles preuves dans le mémoire de M. *Thénard*, professeur au Collége de France, sur l'éther nitrique.

On sait que les *éthers* sont des liqueurs odorantes et combustibles qui s'obtiennent en traitant l'*alcool* avec les acides. Le plus connu est l'éther sulfurique. Graces aux recherches de MM. *Fourcroy* et *Vauquelin*, on connoît aujourd'hui la marche de sa formation et toutes les combinaisons qui se forment avec lui. La théorie de l'*éther nitrique* étoit moins parfaite. Ce qu'on prenoit pour tel dans les pharmacies n'étoit pas même un véritable *éther*. L'acide nitrique est formé comme on sait d'azote et d'oxigène; l'alcool de carbone d'hydrogène et d'oxigène. Il n'y a donc dans les deux liqueurs que quatre substances élémentaires, et il se forme dans leur rapprochement dix combinaisons susceptibles d'être séparées; savoir, beaucoup d'eau, beaucoup de gaz oxide d'azote, beaucoup d'éther, peu de gaz oxidule d'azote, de gaz nitreux, de gaz acide carbonique, d'acide acétique et d'une matière qui se charbonne facilement. Une portion de ces substances reste dans le premier vaisseau où s'est fait le mélange; une autre passe dans le récipient par la distillation et y prend la forme liquide, une troisième reste gazeuse.

C'est dans cette dernière portion qu'est presque tout l'éther, et il faut pour l'obtenir séparément faire passer le gaz au travers d'une suite de flacons soumis à un grand froid. L'éther se sépare sous forme d'un liquide jaunâtre, dont il faut encore enlever par le moyen de la chaux, beaucoup d'acide nitreux et acéteux qu'il retient; il en reforme même quand il en a été dépouillé, et cela par la réaction de ses propres principes, sans exiger le contact de l'air.

M. *Thénard* conclut de ses expériences que dans ces opérations l'oxigène de l'acide se combine avec beaucoup de l'hydrogène de l'alcool et peu de son carbone; d'où résulte beaucoup d'eau, beaucoup de gaz oxide d'azote, peu d'acide et de gaz nitreux, et peu d'azote libre; que l'éther se forme de la réunion des deux principes de l'acide nitrique avec l'alcool déshydrogéné et légèrement décarbonisé, et que les résidus de carbone, d'hydrogène et d'oxigène fournissent l'acide acéteux et la matière charbonneuse.

On conçoit aisément combien il a dû être difficile de saisir ainsi dans leurs moindres détails des actions si fugitives, et de séparer des combinaisons si variées et si faciles à s'altérer et à se convertir réciproquement les unes dans les autres. Nous regrettons vivement que les bornes d'un rapport tel que celui-ci ne nous permettent point de donner une idée des procédés ingénieux et délicats dont M. *Thénard* s'est servi.

On se souvient de la théorie particulière à M. le comte *de Rumfort*, associé étranger, sur la cause de la chaleur, qu'il attribue à certaines vibrations des particules des corps, et non pas à une matière particulière, ou à ce calorique admis par la plupart des chimistes. On lui opposoit une objection très-forte; c'est que les corps s'échauffent quand on les condense, pour ainsi dire comme si la condensation exprimoit le calorique qui y étoit contenu, et qui, n'y trouvant plus de place, manifeste sa sortie par ses effets. Ainsi, l'eau et l'alcool mêlés perdent un quarantième de volume,

et gagnent plusieurs degrés du thermomètre ; les pièces de monnoie sortent chaudes du balancier qui les a comprimées, etc.

M. de *Rumfort* a répondu à ces expériences par d'autres qui ne sont pas moins certaines, et dans lesquelles la condensation est accompagnée au contraire de refroidissement. Ainsi des dissolutions de plusieurs sels mêlées à de l'eau pure, perdent à la fois du volume et de la chaleur. On savoit bien que les sels en se dissolvant produisent souvent du froid, et on expliquoit ce phénomène par la nécessité qu'une matière solide absorbe du calorique, quand elle devient liquide ; mais cette explication ne paroît pas applicable, quand une dissolution déjà toute faite est simplement délayée avec de nouvelle eau.

On sait que la vapeur de l'eau, quand elle ne peut sortir des vaisseaux qui la renferment, est susceptible d'acquérir une chaleur bien supérieure à celle de l'eau bouillante, et M. *de Rumfort* a imaginé depuis long-temps un moyen prompt et peu dispendieux, d'échauffer les liquides en y introduisant de cette vapeur dans un état de chaleur extrême.

Il vient d'en faire une application extrêmement heureuse à l'art de fabriquer le savon, et a réussi à cuire cette substance au degré convenable en six heures, tandis qu'il en auroit fallu soixante par la méthode ordinaire. Les espèces de coups que la vapeur échauffée donne au mélange d'huile et de lessive en y pénétrant et en s'y condensant subitement, contribuent selon

M. *de Rumfort* à cette accélération étonnante de la saponification.

Ce savant physicien est aussi parvenu à donner une nouvelle perfection aux chaudières destinées à chauffer ou à vaporiser les liquides, en hérissant leurs fonds de plusieurs tubes qui descendent et plongent de toute part dans la flamme, et en multipliant ainsi la surface de ce fonds sans augmenter son diamètre. De cette manière on épargne non-seulement le feu, mais encore la matière de la chaudière, parce que celle-ci résistant davantage à l'effort de la vapeur échauffée, n'a pas besoin de tant d'épaisseur.

Presque toute la météorologie dépend de l'action variable de la chaleur sur l'atmosphère. C'est l'air diversement échauffé qui produit les vents par l'inégalité de ses dilatations, et les vents portant les vapeurs dans les lieux plus chauds ou plus froids que ceux où elles se sont formées, causent leur dissolution plus complète ou leur précipitation plus ou moins rapide, c'est-à-dire le beau temps ou la pluie.

M. *Dupont de Nemours*, membre de la classe d'histoire, a présenté sur ce sujet à la classe des sciences, quelques réflexions qui ont surtout le mérite de rendre en quelque sorte sensible, l'inutilité nécessaire de toutes les tentatives pour prédire ces phénomènes par l'analogie et la connoissance du passé.

C'est que la zône de l'échauffement le plus direct, c'est-à-dire celle aux différens points de laquelle le soleil répond verticalement dans le cours de l'année, n'est ja-

mais précisément la même sur la terre, non-seulement deux années de suite, mais pendant une infinité de siècles, attendu que la précession des équinoxes qui ne les ramène aux mêmes points qu'après plus de 26,000 ans, et les variations de l'obliquité de l'écliptique dont le période est plus lent encore, contribuent à faire varier cette bande; et en supposant même qu'on eût un jour des observations aussi anciennes, il faudroit encore pour qu'elles fussent applicables, que la surface de la terre, les mers, les montagnes, qui ne sont pas des élémens moins essentiels du phénomène, n'eussent pas changé dans cet intervalle.

M. *Dupont* admet que l'électricité contribue aussi à faire varier le temps en formant de l'eau par la combustion du gaz hydrogène; il est vrai qu'il paroît certain aujourd'hui que ce gaz n'existe point dans la région où se forment les orages; mais M. *Dupont* suppose qu'il y est ramené de plus haut dans les tempêtes dont la violence trouble l'ordre naturel des couches de l'atmosphère.

NOTICE HISTORIQUE
SUR
LA VIE ET LES OUVRAGES
DE DOLOMIEU,

Par M. Lacépède.

Lue à la Séance publique du 17 messidor an 10.

Peu de temps s'est écoulé depuis qu'une voix éloquente annonça dans cette enceinte, au milieu d'une solennité littéraire semblable à celle qui nous rassemble, que les malheurs de Dolomieu étoient terminés ; que le Gouvernement Français avoit brisé ses fers, et qu'il alloit être rendu aux sciences et à l'amitié. Nous nous livrâmes sans inquiétude à la douce satisfaction que nos cœurs éprouvèrent. Nous n'apercevions pas de terme au plaisir de le voir parmi nous. Nous calculions avec autant de sécurité que de joie, les nouveaux ouvrages dont il alloit enrichir l'Histoire naturelle ; et le bras invisible de la mort étoit déjà étendu sur sa tête : encore quelques jours, et il ne devoit plus rester de lui que ses œuvres et sa gloire.

Des vertus modestes, mais capables de s'élever jusqu'à

l'héroïsme, des mœurs simples, une loyauté antique, une tendre bienfaisance, de vastes connoissances, un esprit supérieur, de grands travaux, des malheurs extraordinaires, une constance au-dessus de ses malheurs; tels sont les objets principaux que devroit présenter le tableau de la vie de Dolomieu. Mais l'amitié éplorée ne peut qu'esquisser quelques traits, et laisser échapper l'accent de sa douleur profonde.

Déodat-Guy-Silvain-Tancrède (*Gratet*) *de Dolomieu*, naquit le 24 juin 1750, de *François* (*de Gratet*) *de Dolomieu*, et de *Françoise de Bérenger*. Dès le berceau, il fut admis dans l'Ordre de Malte. Son nom fut ajouté à cette liste sur laquelle on compte tant de noms fameux par de hauts faits et par d'honorables chaînes. On diroit que dès son entrée dans la vie, il fut voué à la gloire et au malheur.

Embarqué à l'âge de dix-huit ans, sur une des galères de son Ordre, il ne put éviter une de ces circonstances que la philosophie a si souvent déplorées, et où, malgré les progrès de la civilisation, la raison, l'humanité, et la religion même, luttoient en vain contre l'honneur, l'habitude et le préjugé. Obligé de repousser une offense grave, il se battit contre un de ses confrères. Son adversaire succomba. Cependant, lorsqu'il fut de retour à Malte, l'estime et l'affection des chevaliers ne purent le sauver de la rigueur des lois. Des statuts révérés prononçoient les peines les plus sévères contre les membres de l'Ordre qui, pendant le temps de leur service militaire, tournoient leurs armes contre d'autres ennemis

que ceux de la chrétienté. Il fut condamné à perdre la vie. Le grand-maître lui fit grace ; mais cette grace devoit être confirmée par le pape. Ce pontife, que d'anciennes préventions rendoient peu favorable à l'Ordre, ne voulant rien faire pour un chevalier, la confirmation fut refusée. Plusieurs puissances de l'Europe s'intéressèrent en vain pour Dolomieu, auprès de Clément XIII; le pape resta inflexible : et Dolomieu languissoit, depuis plus de neuf mois, dans une triste captivité, lorsqu'une lettre, qu'il adressa au cardinal Torrégiani, premier ministre de Rome, obtint ce qu'on avoit refusé aux têtes les plus illustres. Ses fers tombèrent, et il fut rétabli dans tous ses droits.

Cependant Dolomieu étoit, pour ainsi dire, devenu un homme nouveau. La solitude de sa retraite, le silence qui l'entouroit, le besoin d'échapper à l'inquiétude, au chagrin, à l'ennui, lui avoient inspiré le goût des méditations profondes. Il avoit rappelé ses premières études; il avoit acquis des connoissances nouvelles : des pensées élevées, des comparaisons attentives, des conceptions étendues, en avoient été le fruit. Elles auroient seules produit une grande détermination; mais, d'ailleurs, Dolomieu étoit dans Malte, et cette île, que le vulgaire des voyageurs ne voit que comme un rocher élevé au milieu des flots de la Méditerranée, qu'est-elle aux yeux du philosophe? et que parut-elle à ceux de Dolomieu?

Le centre de l'habitation de cette race si distinguée de l'espèce humaine, qui, répandue en Europe, dans

la partie septentrionale de l'Afrique, dans l'occident de l'Asie, occupe toutes les côtes de la Méditerranée, et les rives de tous les fleuves qui y portent leurs eaux.

C'est sur les bords de ces fleuves et de cette mer intérieure que les sciences et les arts ont répandu une lumière si vive, et que la civilisation s'est élevée à un si haut degré.

C'est dans ces heureuses contrées que l'Histoire découvre les théâtres fameux de ces prodiges qui, à tant d'époques diverses, ont illustré l'Egypte, la Syrie, l'Asie mineure, la Grèce, l'Italie, la France, l'Espagne et la Mauritanie.

C'est là qu'elle montre les hautes pyramides des rives du Nil, les tombeaux de la Thèbes égyptienne, les ruines de Palmyre, la place où fut Troie, les colonnes gisantes sur la terre sacrée d'Athènes, les admirables restes des antiques monumens de Rome, les temples de Cordoue, et les sables au milieu desquels on cherche les débris de Carthage.

Là vécurent, et le Mercure des Égyptiens, et l'Homère des Grecs; là Aristote recevoit les tributs qu'adressoit à la science le vainqueur de la terre; là Pline trouva une mort glorieuse au milieu d'une atmosphère enflammée; là fleurirent tant de grands hommes qui ont fait l'éternelle renommée des beaux siècles de la Grèce, de ceux de Rome, et des trois qui viennent de s'écouler.

Le génie du commerce se plaît à voir cette Méditerranée lier trois parties du monde par les communications les plus promptes.

Le génie des sciences naturelles contemple ce bassin placé à une distance presque égale de l'équateur et du cercle polaire. Il le voit recevoir les flots pressés du Don, du Borysthène, du Danube, du Rhône, de l'Ebre, du Nil, et de tant d'autres fleuves. Il mesure la hauteur du Liban, de l'Ida, des monts Rhymphées, de l'Athos, de l'Olympe, des Apennins, des Alpes, des Pyrénées, de l'Atlas, dont les longues chaînes élèvent leurs cimes sourcilleuses autour de cette Méditerranée.

Sur les rivages de cette même mer, au milieu de laves amoncelées, de cratères détruits, et de débris fumans, les volcans de l'Archipel, le Vésuve et l'Etna vomissent leurs torrens de feux.

Quels objets ! quels souvenirs ! quelles impressions profondes dut éprouver Dolomieu ! quelles réflexions durent se présenter en foule à son esprit étonné ! Son imagination devint plus vive ; ses idées s'agrandirent ; sa tête ne conçut plus que de vastes projets ; son génie le domina : il s'abandonna à ses élans généreux ; il résolut de tenter de grands et de nobles travaux.

Devoit-il, cependant, ambitionner la palme des arts, ou le laurier de la science ? chercher à marcher sur les traces d'Homère et de Virgile, ou sur celles d'Aristote et de Pline ? L'étude de la Nature l'emporta. Mais de ce combat, qui décida de sa destinée, il conserva pendant toute sa vie un goût très-vif pour les beaux-arts.

A l'âge de vingt-deux ans, il suivit à Metz le régiment des Carabiniers, dans lequel il avoit été nommé officier vers l'âge de quinze ans. Un événement terrible lui

donna lieu d'exercer sa courageuse bienfaisance. Pendant un hiver si rigoureux que le thermomètre étoit descendu au-dessous de douze degrés, un violent incendie se manifesta tout-à-coup, au milieu de la nuit, à l'hôpital militaire. Le feu faisoit des progrès rapides : il menaçoit de tout dévorer ; et la rivière, profondément gelée, refusoit l'eau nécessaire pour éteindre les flammes. On luttoit en vain contre le danger qui devenoit à chaque instant plus redoutable. Combien de malades alloient périr, lorsque Dolomieu, suivi de trois de ses camarades enhardis par son intrépidité, saisissant les haches devenues inutiles entre les mains des travailleurs découragés, s'élança au milieu des tourbillons de fumée, pénétra jusqu'au fond des salles embrasées, monta sur le faîte des toits ébranlés, et parvint à couper des communications funestes !

Ce dévouement généreux le rendit encore plus cher à un savant, recommandable par sa bonté et par ses connoissances, *Thirion*, pharmacien de Metz, dont il recevoit des leçons de chimie et d'histoire naturelle. Ce fut dans le commencement de ses liaisons avec ce physicien, que Dolomieu traduisit en italien l'ouvrage de Bergmann sur les substances volcaniques. Il ajouta des notes à cet ouvrage, ainsi qu'à une traduction italienne de la minéralogie de Cronstedt.

A peu près vers ce même temps, il vit arriver à Metz un de ces hommes vénérés que le génie, qui veille aux destinées humaines, semble avoir placés dans les siècles corrompus, pour que l'image de l'antique probité n'y

soit pas voilée ; dans un rang élevé, pour que le malheur puisse découvrir de plus loin son asile ; dans le sanctuaire des sciences, pour donner un exemple éclatant du respect qui leur est dû ; au milieu des mouvemens généreux d'un peuple qui veut conquérir sa liberté, pour seconder ses efforts par un dévouement sans bornes, et les tempérer par une sagesse prévoyante ; au milieu des proscriptions, pour montrer la vertu recevant les hommages des mortels lors même qu'elle tombe sous le fer sacrilège d'horribles assassins. Cet homme, dont chacun de nous rappelle le nom avec attendrissement, étoit *La Rochefoucault.* Dolomieu, et lui furent bientôt unis par les liens d'une amitié qui ne devoit finir qu'avec leur vie.

Indépendamment des recherches sur la pesanteur des corps, à différentes distances du centre de la terre, que Dolomieu publia dès 1775, il avoit déjà préparé plusieurs travaux. La Rochefoucault les vit, y reconnut la main d'un naturaliste destiné à une grande renommée, en entretint, à son retour à Paris, l'Académie des Sciences; et cette illustre compagnie envoya à son ami des lettres de correspondant.

En recevant ce titre, qui le flatta d'autant plus qu'il ne s'y attendoit pas, Dolomieu crut contracter une obligation nouvelle envers les sciences naturelles : il désira de les servir sans partage. Il se démit du grade qu'il avoit dans les Carabiniers. Il quitta la carrière militaire.

Libre alors de céder à ses penchans secrets, il com-

mença ses voyages minéralogiques. Il entreprit de visiter les contrées fameuses distribuées autour de la Méditerranée, et de cette île de Malte, où il avoit commencé sa noble vocation. Il alla d'abord en Sicile.

N'ayant encore que vingt-six ans, doué de toute la force de l'âge, animé par toute l'ardeur que peuvent inspirer le bonheur de l'étude, et l'espérance des succès, il parcourut les environs de l'Etna; il en rechercha les bases primitives; il en examina les laves entassées; il en contempla les ruines; il en médita les vicissitudes; il en gravit les sommets; et parvenu au plus haut de ce mont terrible et dominateur, debout sur le bord de son immense cratère, portant au loin ses regards avides, au moment où le soleil élevé dans les airs découvroit à ses yeux le plus vaste horizon; ravi par la magnificence du spectacle admirable qui se déployoit devant lui, ému jusqu'au fond de l'ame, transporté par le sentiment secret des triomphes qui l'attendoient, saluant la Nature dont il alloit découvrir les merveilles, il mesura, pour ainsi dire, la terre qu'il vouloit décrire, et prit possession du domaine que son génie vouloit conquérir.

Descendu de l'Etna, il porta plusieurs fois ses pas vers le Vésuve, vers la chaîne des Apennins, vers ces lacs et ces montagnes de l'ancien Latium, qui sont des restes ou des produits de volcans éteints; vers les hautes Alpes, dont il parcourut les différentes directions, aborda les différens glaciers, affronta les pics élancés dans les nues, suivit les torrens, étudia la substance, la structure, et les dégradations.

Les îles de Lipari n'échappèrent pas à ses recherches. Il en publia la description en 1783.

Mais cette année fut marquée par un événement qui répandit la désolation en Italie, et la consternation dans le reste de l'Europe. La Calabre fut agitée par un violent tremblement. Un grand nombre d'infortunés en furent les victimes. Des phénomènes extraordinaires accompagnèrent cette grande secousse. Dolomieu se hâta d'aller visiter cette terre bouleversée, et de rechercher au milieu de ses décombres, la cause de ces funestes événemens, liée de si près à la composition du globe, qu'il brûloit du désir de dévoiler un jour.

En 1784, il soumit au public ses idées, non seulement sur cette catastrophe, mais encore sur les effets généraux des tremblemens de terre, dans une dissertation d'autant plus curieuse, qu'il prouva, par des faits incontestables, que, dans la partie de la Calabre où la commotion avoit fait le plus de ravages, toutes les montagnes étoient calcaires, sans aucune apparence de matières volcaniques; et en 1788, il mit au jour un Mémoire sur les Iles-Ponces, ainsi qu'un Catalogue raisonné des produits de cet Etna qu'il avoit observé avec tant de constance.

Cependant Dolomieu étoit de retour dans sa patrie après cette époque à jamais fameuse du 14 juillet, où les lumières, la raison, le sentiment de la dignité de l'homme, et l'amour d'une noble indépendance, se montrèrent avec tant d'éclat. Digne ami de la Rochefoucault, il se rangea sous les drapeaux de la liberté. Mais

comme aucune fonction publique ne réclamoit l'emploi de son temps, il publia plusieurs ouvrages, pendant les premières années de la révolution française : l'un sur l'origine du basalte; un second sur un genre de pierres calcaires qu'on n'avoit pas distingué avant lui, et auquel la reconnoissance des naturalistes a donné le nom de *Dolomie;* deux autres sur les roches ainsi que sur les pierres composées; et un cinquième sur l'huile de pétrole, et sur les fluides élastiques tirés du quartz. On voit dans ces divers travaux les élémens de ces idées générales dont la réunion devoit former une vaste théorie.

Pendant que Dolomieu se livroit à ses méditations, la révolution prenoit une face nouvelle. Le torrent qui renversoit les anciennes institutions, entraînoit, malgré leur résistance, la modération et la prévoyance, qui vouloient en créer de nouvelles. Tout étoit emporté par un mouvement rapide. Les têtes se troublèrent. Le sentiment exalté prit la place de la pensée réfléchie. Des espérances chimériques, ou des craintes exagérées, achèvèrent d'égarer les esprits. Les notions fausses, les idées absurdes, dénaturèrent tous les objets, aux yeux d'une multitude sans expérience, et menacée dans ses droits les plus chers. La confusion devint universelle. La vertu fut méconnue. L'ambition du pouvoir et l'avidité des richesses, soutenues par la main invisible des ennemis de la France, et cachées sous le voile d'une hypocrisie perfide, firent lever sur la fidélité la plus pure, le fer dont on croyoit punir les traîtres à la patrie.

Dans cette nuit profonde, au milieu de cet orage épou-

vantable, la Rochefoucault fut frappé. Dolomieu, qui ne le quittoit plus depuis que le danger planoit sur sa tête, le soutint expirant dans ses bras, et, bravant les satellites du crime, reçut les derniers vœux de son ami, ces vœux qu'il formoit pour les objets les plus chers à son cœur, sa mère et sa femme, infortunés témoins de cette scène horrible.

Proscrit à son tour, errant de retraite en retraite, il eut peu de momens à donner aux progrès des sciences. Il publia néanmoins deux Mémoires, l'un sur les pierres figurées de Florence, et l'autre sur la constitution physique de l'Egypte. C'est dans ce dernier ouvrage qu'il eut le courage d'exprimer ses regrets sur la mort de son ami, et de dénoncer à la postérité des assassins dont le pouvoir répandoit encore la terreur.

Mais vers l'an III de la fondation de la République, les jours de gloire et de tranquillité commençoient de succéder aux tempêtes révolutionnaires.

Appelé dans cette importante école des mines, que l'on venoit de créer, et que recommandent si fortement le mérite de ses membres et les services qu'elle a déjà rendus à notre patrie, il y professa la géologie, et fit imprimer plus d'un Mémoire sur la distribution méthodique de toutes les matières dont l'accumulation forme les montagnes volcaniques.

Vers la même époque, la loi constitutionnelle de l'État établit l'Institut national des Sciences et des Arts; et dès le premier jour de notre réunion, nous eûmes le plaisir de le compter parmi nos confrères.

En moins de trois ans, nous le vîmes faire succéder dix-sept nouveaux Mémoires à ceux que je viens d'indiquer; et voici les principaux sujets de ces travaux si multipliés.

La nature de la *leucite*, son origine, et les circonstances dans lesquelles on la trouve ; le *péridot*, dont notre célèbre confrère Vauquelin avoit donné l'analyse, comparé avec la *chrysolite* de Werner; l'*anthracite*, combustible qu'il venoit de faire connoître ; le *schorl* volcanique, nommé *pyroxène* par un des plus grands minéralogistes de l'Europe; la géologie des montagnes des Vosges; la nécessité d'unir les connoissances chimiques à celles du minéralogiste ; la couleur regardée, à tort, comme caractère des pierres ; la chaleur des laves ; les principes qui doivent régler la distribution et la nomenclature des roches ; la fixation des limites de la minéralogie, de la chimie minérale, de la géologie, et de l'art du mineur.

Bientôt il entreprit un nouveau voyage dans la France méridionale et dans les hautes Alpes. Il parcourut à pied, et le marteau à la main, les contrées arrosées par l'Allier, par la Loire, et par le Rhône. Il suivit la grande chaîne des Alpes, qui s'étend depuis l'Isère jusqu'à la Valteline; visita cette vallée si connue sous le nom d'*Allée-Blanche*, et dont les escarpemens remarquables sont de trois mille mètres; examina le *Mont-Rose*, ce rival gigantesque du Mont-Blanc, auquel il cède à peine par sa hauteur, et qu'il égale ou surpasse par sa masse, ses montagnes subalternes, ses glaciers, et la variété des substances

qu'il renferme. Il revit le Lac majeur, le Saint Gothard, le Valais, l'énorme suite de bancs verticaux de cette vallée du Rhône, et se retrouva, pour la cinquième fois, auprès des glaces du Mont-Blanc, illustrées par le séjour de son respectable ami, le célèbre Saussure.

Après six mois, il revint à Paris, avec une immense collection de roches et de pierres; mais il apporta des richesses plus précieuses encore, qu'il se hâta de communiquer au public. Il fit imprimer le compte qu'il en rendit à l'Institut; et c'est dans cet ouvrage, qui seul auroit fait la réputation d'un naturaliste, que, s'élevant graduellement des faits particuliers aux résultats généraux, il expose ses principales idées sur le plateau granitique de l'Auvergne, sillonné par tant de vallées, et rehaussé par tant de monts volcaniques; sur ceux de ces volcans dont l'action a précédé la dernière catastrophe de la terre, et sur ceux qui n'ont existé qu'après ce terrible événement; sur la place des véritables foyers des volcans; sur la nature des matières qui produisent les phénomènes volcaniques, au-dessous même des granites, que l'on a regardés comme primordiaux, et qui font partie de ce qu'il appelle la *croûte consolidée du globe;* sur la *fluidité pâteuse*, qu'il attribue à cette source intarissable des volcans, dont les oscillations propagent, selon lui, les secousses des tremblemens de terre, et que les fluides élastiques peuvent soulever avec violence; sur cette même fluidité particulière qu'ont dû présenter lors de leur éruption, les laves compactes, lesquelles ne lui paroissent pas avoir éprouvé de vitrification propre-

ment dite ; sur la cause de la configuration régulière de plusieurs de ses laves ; sur la construction des grandes élévations de l'intérieur de la France, qui, composées de couches presque horizontales, sont arrondies dans leur contour, et sur celle des Alpes hérissées de pics, et formées par la réunion de feuillets verticaux de près de trois mille mètres ; sur l'existence de véritables bancs dans tous les granites ; sur un immense amas de matières calcaires secondaires, qui, charriées du nord et du levant, ont été arrêtées par les Alpes, se sont étendues contre leurs revers septentrionaux et orientaux, dont elles ont adouci les pentes générales, et les ont recouverts comme un vaste manteau, jusqu'à une hauteur de 3400 mètres ; sur les observations qu'exige maintenant la géologie, et dont il termine l'énumération par ces paroles : *Dieu sait si ma vie suffira pour toutes les recherches que je médite.*

Quelque temps après, Dolomieu venoit de commencer sur la minéralogie un ouvrage très-étendu, qui devoit faire partie de l'*Encyclopédie méthodique*, lorsque le vainqueur de Lodi et d'Arcole entreprit cette mémorable expédition d'Égypte, dont la politique, le commerce et la philosophie avoient inspiré le hardi projet. Les sciences et les arts devoient répandre tous les bienfaits de la civilisation moderne, sur cette contrée fameuse, à laquelle l'Europe et l'Afrique ont dû une si grande partie de leurs premiers progrès vers les lumières. Une cohorte sacrée de savans et d'artistes accompagne l'armée. Dolomieu est nommé pour partir avec eux. La

flotte française arrive devant Malte. Dolomieu, qui avoit ignoré que l'expédition commenceroit par la prise de cette île, se renferme, profondément affligé, dans le bâtiment qui l'avoit amené. Le grand-maître s'empresse de le demander pour un des pacificateurs. Le général en chef le choisit. Il va porter à ses anciens confrères les propositions du chef de l'armée. Malte cède aux Français. Dolomieu, attentif envers tous les chevaliers, et surtout à l'égard de ceux qui, dans le temps ou des dissensions intestines avoient agité l'ordre, lui avoient été le plus vivement opposés, se conduit avec tant de générosité et de délicatesse, qu'un grand-officier Maltais, qui s'étoit montré son plus ardent antagoniste (le bailli de Loras), lui déclare avec une loyauté digne de tous les deux, qu'il se reprocheroit toute sa vie d'avoir été injuste envers lui.

Cependant on arrive sur les côtes d'Égypte. Tout se soumet ou se disperse devant le génie de la victoire. Dolomieu visite Alexandrie, le Delta, le Caire, les Pyramides, une partie des montagnes qui bordent la longue vallée du Nil. Il voudroit parcourir toutes les chaînes qu'elles forment, examiner toute cette partie du bassin de la Méditerranée, qu'il voit pour la première fois, pénétrer jusqu'aux rives de la mer d'Arabie, remonter au-dessus des cataractes, s'enfoncer dans les sables de la Libie. Les circonstances s'y opposent. Sa santé se dérange. Il est obligé de repasser en Europe.

Dès le lendemain de son départ d'Alexandrie, le vent devint impétueux; l'eau entra dans le bâtiment avec

violence ; on jeta à la mer tout ce dont on put débarrasser le vaisseau ; on fit des efforts extraordinaires : Dolomieu ne cessa de donner à ses compagnons l'exemple de l'intrépidité ; mais l'épuisement des forces et un découragement absolu firent cesser le travail. On alloit abattre les mâts et s'abandonner à l'orage, lorsqu'un vieux patron Napolitain proposa de répandre autour du bâtiment du biscuit pilé et de la paille hachée. Cet expédient, qui parut d'abord ridicule, réussit néanmoins. Les voies d'eau furent fermées par ces fétus qu'entraînèrent les filets du fluide qui se précipitoit dans le bâtiment. On renouvela cette ressource inattendue aussi souvent qu'on put l'employer. Le vaisseau échappa à la submersion ; et après avoir été agité par des vents affreux pendant près de huit jours, il fut poussé par la tempête dans le golfe de Tarente, et entra dans le port au moment où il alloit s'entr'ouvrir.

Le lendemain un matelot mourut de la peste. Mais un danger plus grand menaçoit les Français.

Depuis trois jours la sanglante contre-révolution de la Calabre avoit commencé. Les Français furent faits prisonniers, mis à terre, et conduits, au milieu des cris de mort d'une multitude féroce, dans un cachot, où Dolomieu, le jeune minéralogiste Cordier, son compagnon fidèle, le général Dumas et le général Manscour, furent entassés avec cinquante-trois de leurs compatriotes.

Plusieurs fois la populace de Tarente se rassembla pour immoler les Français naufragés : toujours elle fut contenue par un émigré Corse, nommé *Buca Campo*,

qui, digne, par son héroïsme, d'une meilleure cause, ne cessa de risquer sa vie pour sauver celle des Français.

Dix-huit jours après on annonça l'arrivée des légions républicaines triomphantes. Les prisonniers français furent transférés dans une maison spacieuse, où on chercha à leur faire oublier les mauvais traitemens qu'ils avoient éprouvés. Mais nos troupes ayant été rappelées du royaume de Naples, le danger des prisonniers fut plus grand que jamais. Dolomieu cependant faisoit des extraits de Pline, pour un ouvrage qu'il préparoit sur les pierres des monumens antiques, s'entretenoit d'histoire naturelle avec ses compagnons d'infortune, rappeloit le souvenir des amis qu'il avoit laissés dans sa patrie, lorsque les prisonniers furent embarqués pour la Sicile, d'où on devoit les renvoyer en France. On les dépouilla de ce qu'ils possédoient : Dolomieu perdit ses collections et ses manuscrits ; et trois jours après l'arrivée des Français à Messine, il apprit qu'il venoit d'être dénoncé.

Le souvenir des anciennes divisions qui avoient régné dans l'Ordre de Malte, n'étoit pas éteint dans tous les cœurs. De profonds ressentimens, que ces troubles avoient fait naître, venoient d'être réveillés par tout ce que peuvent produire de prévention, d'aversion et de haine, les événemens d'une grande révolution, les opinions froissées, les préjugés blessés, l'amour-propre irrité, les fortunes détruites, la puissance renversée, et le délire porté au plus haut degré.

Par un aveuglement déplorable, Dolomieu devoit être la victime de ces passions ardentes, insensées et

terribles. Il pressentit aisément tout ce qui l'attendoit.

Le péril devenoit à chaque instant plus pressant. Un petit vaisseau maltais étoit auprès de celui dans lequel les Français étoient encore retenus. *Dolomieu* pouvoit, par le moyen de ce bâtiment, espérer de se sauver; mais si la sentinelle résistoit, il falloit lui ôter la vie. *Dolomieu* ne voulut pas de son salut à ce prix.

Il confia à son courageux élève, des lettres pour ses amis, lui remit pour eux des observations précieuses sur le niveau de la Méditerranée, qu'il rédigea avec autant de tranquillité, que si ses jours avoient été les plus prospères, lui recommanda sa mémoire, serra dans ses bras les Français dont il alloit être séparé, s'efforça d'adoucir leur peine, et, sans ostentation ni foiblesse, se livra aux satellites envoyés pour l'arracher à ses compatriotes, qui frémissoient de rage de ne pouvoir le délivrer.

On le précipita dans un cachot éclairé par une seule ouverture, que, par une précaution barbare, on fermoit toutes les nuits. Là, il fut privé de toute consolation; là, un geolier inflexible cherchoit, en lui annonçant les nouvelles les plus absurdes sur l'état de la République, à lui enlever même l'espérance. Là, il étoit forcé de passer une grande partie de ses longs jours et de ses longues nuits à s'agiter en tout sens, et à secouer avec violence les haillons qui lui restoient encore, pour donner à l'air un mouvement qui l'empêchât de cesser d'entretenir sa respiration.

Cependant le jeune Cordier avoit revu la France avec les lettres de Dolomieu. A l'instant la nouvelle de ses

malheurs se répand dans la République, et retentit dans toute l'Europe. L'Institut national le réclame avec force. Le gouvernement français redemande un citoyen qui honore son pays. La société royale de Londres, et son célèbre président, devenu maintenant notre confrère, joignent à nos vœux l'intervention la plus pressante. Les savans de l'Europe invoquent en sa faveur, et la justice, et l'humanité, et la gloire des lettres. Des Danois écrivent à leurs correspondans de tenir des fonds à sa disposition. Un Anglais établi à Messine (M. Predbend), lui voue les soins les plus généreux. M. d'Azara, cet illustre ami des sciences et des arts, que l'attachement le plus tendre unissoit à lui depuis un très-grand nombre d'années, seconde par tous les efforts de son zèle, ceux que ne cessent de renouveler les parens de Dolomieu. Le Roi d'Espagne écrit deux fois pour lui. Ses fers cependant ne sont pas brisés; il ignore même si son affreuse destinée est connue de ceux qu'il aime le plus.

Pendant ces vaines tentatives, le vénérable Daubenton termine sa carrière. La place qu'il occupoit dans le Muséum d'Histoire naturelle, devait être donnée au plus digne. Deux noms étaient prononcés par la voix publique; celui de *Haüy* et celui de *Dolomieu*. Dans toute autre circonstance, les professeurs du Muséum auraient hésité dans leur choix. Mais Dolomieu était captif. Il fut nommé par les professeurs.

Peu de jours après éclata un de ces événemens qui décident du sort des empires. L'admirable et rapide campagne terminée par la victoire de Marengo, affermit

la République sur sa base, et régla les destins de L'Europe. Bonaparte donne la paix à Naples; et la première obligation imposée par ce traité, dont la philosophie conservera le souvenir, fut la délivrance de Dolomieu. Son retour au milieu de ses proches, de ses confrères, de ses amis, fut une sorte de triomphe littéraire.

A peine arrivé dans le Muséum d'histoire naturelle, il y donna un cours *de philosophie minéralogique*. Sa voix se fit entendre du haut de la chaire de Daubenton. Mais bientôt il nous quitta pour aller de nouveau visiter ces hautes Alpes, qu'il nommoit *ses chères montagnes*.

Il fit ce dernier voyage accompagné d'un savant Danois, M. Néergaard, qui en a publié l'intéressante relation, et de l'estimable préfet du Léman, le Cit. d'Eymar.

Il vit les plus hauts sommets des environs du Saint-Bernard, l'endroit fameux par le passage d'un second Annibal, les monts Gemmi, la belle route que le Gouvernement français a fait tracer au travers du Simplon, la vallée du Tessin, les gorges de Dissentis, celles d'Urseren, le val de la Reuss, et les glaciers des monts Geisner.

Non loin de là parurent à ses yeux les montagnes secondaires. En abandonnant les monts primitifs, Dolomieu, comme frappé d'un pressentiment secret, les considéra long-temps, se retourna plusieurs fois, et leur dit un long et triste adieu.

Il revint à Lyon par Lucerne, les glaciers de Grindelwald, Genève, les terres de ses pères, où il reçut un accueil si touchant de ceux avec lesquels il avoit passé son enfance; et il se hâta de partir pour Chateauneuf, où

l'attendoient une sœur chérie et un beau-frère digne de seconder ses travaux par ses connoissances en minéralogie, ainsi que par la formation d'une des plus belles collections de substances minérales.

Là, il roula de nouveau dans sa pensée, le vaste dessein qu'il avoit formé. Il vouloit ajouter à toutes ses recherches deux grands voyages, l'un en Allemagne, pour lequel le célèbre Werner et d'autres minéralogistes habiles devoient venir au-devant de lui, et l'autre en Danemarck, en Norwège et en Suède. Il auroit ensuite publié l'ouvrage qu'il avoit médité sur la *philosophie minéralogique*, dans sa prison de Messine, et dont il venoit de faire imprimer un fragment, intitulé : *De l'espèce minéralogique.*

Ce fragment est un monument précieux de son génie et de ses malheurs. Il a été écrit dans son cachot de Sicile, sur les marges de quelques livres qu'on lui avoit laissés. Le noir de fumée de sa lampe, délayé dans de l'eau, lui avoit servi d'encre. Sa plume avoit été un os péniblement usé contre une pierre.

C'est dans ce fragment qu'il montre combien le défaut de règle constante dans la fixation des espèces minérales, a nui aux progrès de la minéralogie; qu'il propose de regarder la *molécule intégrante* du minéral, comme le principe auquel il faut rapporter la détermination de l'espèce; qu'il admet comme seuls caractères spécifiques, ceux qui résultent de la composition ou de la forme de cette molécule intégrante; qu'il distingue dans les différens états sous lesquels l'espèce peut se présenter, les

variétés de modification qui naissent de la cristallisation régulière, et qui seules constituent des *individus*, les *variétés d'imperfection*, qui se rapportent aux produits de la cristallisation confuse, et qui ne constituent que des *masses*, les *variations* qui proviennent de la présence de principes hétérogènes, lorsqu'ils ne modifient que la transparence, la couleur et l'éclat, et les *variations* qu'il appelle *souillures*, lorsque ces principes étrangers altèrent la dureté, la densité, et d'autres propriétés remarquables. Il auroit publié une méthode où cette théorie auroit dirigé la distribution et la description des espèces minérales. Il auroit élevé à un très-haut degré la science géologique. Il alloit acquérir une nouvelle gloire.

Vains projets ! triste condition humaine ! Une maladie imprévue l'abat; et le 7 frimaire de l'an 10, il meurt dans les bras de sa sœur, de son frère Alphonse Dolomieu, de son beau-frère de Drée, et du législateur La Métherie, le frère de son ami intime, le savant naturaliste de ce nom.

Cette nouvelle funeste répand la consternation parmi tous ceux qui vénèrent la vertu et le savoir. Et quel éloge de Dolomieu, que les regrets que sa perte a fait naître !

Mais s'il a trop peu vécu pour la science, il a assez fait pour sa renommée. Quelle partie de l'Europe méridionale ne rappelle point ses travaux ? Les Alpes et l'Etna attesteront son zèle aux siècles à venir: ils seront, pour ainsi dire, ses monumens funéraires; et jamais le voyageur éclairé et sensible ne s'élèvera sur leurs cimes, sans prononcer avec attendrissement le nom de Dolomieu.

ÉLOGE HISTORIQUE DE JACQUES-MARTIN CELS.

Par M. Cuvier.

Lu à la Séance publique du 7 juillet 1806.

Jacques-Martin Cels, cultivateur-botaniste, membre du conseil d'agriculture, établi près le ministère de l'intérieur, et de la Société d'agriculture du département de la Seine, appartenoit à l'Institut national, depuis la première formation de cette compagnie, dans la section d'économie rurale et d'art vétérinaire.

Depuis long-temps, les gouvernemens éclairés ont confié à des associations d'hommes instruits l'honorable soin de recueillir les découvertes dans les sciences et de suivre jusqu'à leurs derniers termes tous les services que la Société peut attendre de la nature mieux connue.

Mais peu de ces grands corps ont, comme l'Institut, des places réservées pour les hommes qui joignent à la théorie générale des sciences, la pratique journalière d'un art particulier.

Peut-être avoit-on d'abord trop étendu cette idée en consacrant aussi parmi nous de ces sortes de places à

des arts, dont les principes ne pourront être discutés sans danger qu'à une époque de perfection dans l'ordre social, qui se laisse plutôt désirer que prévoir.

Elles subsistent du moins encore par rapport aux arts, dont les objets purement matériels n'ont rien qui puisse faire craindre de les approfondir.

Ainsi, dans notre classe, le constructeur expérimenté, l'habile machiniste, sont placés entre le géomètre et le physicien; le médecin et le chirurgien célèbres siégent à côté du physiologiste ou le sont eux-mêmes; celui qui exploite les mines peut consulter à chaque instant celui qui en étudie les produits; le naturaliste, le botaniste et le chimiste conversent avec le vétérinaire, l'agriculteur et le manufacturier.

C'est en vertu de ce plan qui associe à un concours commun toutes les sortes d'études, que M. Cels siégeoit parmi nous, et il n'aura pas manqué de personnes qui, trop habituées à réserver leur estime pour les recherches de pure spéculation, et ne croyant pas que les sciences doivent descendre ainsi de leurs hautes abstractions vers des objets qu'on a accoutumé d'abandonner au vulgaire, auront été surprises, et du plan en lui-même, et des choix qu'il a déterminés.

Quelques réflexions générales à ce sujet ne seront donc pas déplacées, aujourd'hui que l'occasion de les présenter s'offre pour la première fois, et s'offre d'autant plus favorablement, que M. Cels en son particulier, y est moins intéressé. En effet, quoiqu'il ait été appelé parmi nous comme cultivateur, nous verrons qu'il auroit

pu l'être à plus d'un autre titre; car il ne l'étoit devenu qu'après s'être donné toute l'éducation d'un savant.

On s'étonne maintenant de la nécessité où se trouva Fontenelle lors du renouvellement de l'Académie des sciences, de se donner quelque soin pour prouver aux gens du monde que les sciences pouvoient être utiles; on s'étonnera sans doute un jour qu'on ait besoin d'en prendre aujourd'hui pour montrer que les arts peuvent être savans.

Il faut qu'ils le soient pour atteindre entièrement leur but; il le faut, même pour que les sciences trouvent plutôt toutes les occasions d'arriver au leur.

L'artiste ordinaire ne se regle que sur des pratiques transmises par tradition; le hasard ou de légers essais lui fournissent toutes ses améliorations; des siècles peuvent s'écouler sans qu'il s'en rencontre aucune.

Le physicien, au contraire, procède en s'élevant aux principes des choses; il calcule d'avance tout ce qui peut dériver des principes qu'il connoît; la moindre proposition générale qu'il découvre, peut faire une révolution dans tous les procédés d'une longue série d'arts ou de professions mécaniques.

Mais qui porteroit ces découvertes dans les ateliers; qui les répandroit dans les campagnes; qui interprèteroit au peuple le langage si mystérieux pour lui, de l'abstraction, si les savans n'admettoient dans leurs assemblées les praticiens les plus éclairés; si ces derniers ne s'y instruisoient immédiatement de chaque observation dont ils peuvent tirer parti; s'ils n'y étoient formés

à l'habitude des raisonnemens rigoureux, et de la précision dans les expériences et dans les calculs?

Et que l'on ne croie pas que les arts, simples disciples, profitent seuls de cette admission : non seulement ils réfléchissent sans cesse la lumière qu'ils reçoivent, ils éclairent encore par eux-mêmes.

Les faits bien constatés sont la seule matière dont le génie dispose pour élever l'édifice des sciences, et les hommes de pratique, qui vivent sans cesse au milieu des substances et des phénomenes, sont évidemment ceux qui peuvent recueillir les faits avec le plus d'abondance et de fruit.

Ainsi, que sauroient nos botanistes sur la physique des végétaux, si l'agriculteur n'eût fait connoître tous les degrés et les périodes de leur développement? la teinture, la pharmacie, les arts qui fabriquent des liqueurs fermentées, n'ont-ils pas fourni à la chimie presque toutes les bases de ses plus hautes doctrines; les principaux matériaux de la physiologie n'ont-ils pas été pris au lit des malades, et si nos géomètres calculent aisément le résultat mathématique d'un appareil projeté, ne faut-il pas qu'ils recourent à l'expérience du machiniste pour prévoir les modifications qu'entraînera l'exécution réelle?

Et tous ces avantages, c'est seulement cette fréquentation, cette société familière et continuelle aujourd'hui si heureusement établies parmi nous, qui les portent à leur plus haut degré.

Quelquefois, au milieu de la discussion la plus abstraite, nos praticiens trouvent à citer un fait qu'ils ont

remarqué, et qui vient remplir dans la série de nos inductions une lacune dont eux-mêmes ne se doutoient pas. Plus d'un système séduisant, plus d'une hypothèse ingénieuse ont été renversés à leur première apparition par quelque observation isolée qu'ils avoient faite, et que les les physiciens spéculatifs n'auroient pas eue d'abord à produire.

Or les rencontres de la conversation font seules jaillir à l'improviste ces sortes de lumières, et ce seroit envain qu'on les attendroit d'ouvrages préparés dans l'isolement. Cette partie de notre organisation multiplie donc prodigieusement les chances pour ces heureuses combinaisons d'idées d'où naissent toutes les grandes découvertes, et nul ne peut prévoir où s'arrêteront les effets de ces travaux communs, de ces excitations mutuelles.

Le moindre de nos théorêmes, promptement saisi par les arts, la moindre observation des artistes, promptement constatée, généralisée et répandue par les savans, peuvent changer l'état du Monde.

C'est ainsi que quelques caractères mobiles ont affranchi la pensée de l'empire du pouvoir; que le mélange d'un peu de salpêtre et de soufre a soustrait le courage à la supériorité de forces physiques ; que la suspension fortuite d'un minéral méprisé a fait disparoître devant l'homme la barrière des mers, et réuni toutes les nations en une seule république commerçante.

Et nos derniers temps ne sont pas moins fertiles en miracles! Un acide nouveau est découvert : peu d'années après, la médecine s'en fait un moyen d'anéantir des

contagions mortelles ; de pauvres paysans trouvent la vaccine : un savant la fait connoître, et l'un des fléaux les plus destructeurs va disparoître de l'Univers.

Ces réflexions m'ont un peu éloigné de mon sujet; mais on me pardonnera de m'y être laissé entraîner. J'avois d'abord à montrer l'importance de la place que M. Cels occupoit dans l'Institut. Maintenant je reviens à lui, et je vais essayer de faire voir par quelle suite de travaux il s'étoit rendu digne de cette place.

Né à Versailles en 1743 d'un père employé dans les bâtimens du roi, il étoit entré, dès sa première jeunesse, dans les bureaux de la ferme générale, et s'y étant distingué par des talens et de la probité, il avoit obtenu de bonne heure l'emploi assez lucratif de receveur des fermes près de l'une des barrières de Paris.

Mais dès sa jeunesse aussi, tout en s'occupant avec assiduité des devoirs de ses places, il savoit encore trouver du temps pour l'étude, et s'y livroit avec ardeur.

Il aimoit les livres, et mettoit à en acquérir, une grande partie de ses économies.

Portant dans leur connoissance un esprit d'ordre qui lui fut toujours naturel, il désira de perfectionner les méthodes bibliographiques, et rédigea dans cette vue, de concert avec le libraire Lottin, l'ouvrage intitulé : *Coup-d'œil éclairé d'une grande bibliothèque à l'usage de tout possesseur de livres*, 1 vol. *in*-8° 1773.

Ce n'est, à proprement parler, qu'un recueil d'étiquettes faites pour être placées sur les rayons, afin de distinguer les livres d'après les sujets auxquels ils se rap-

portent; et comme le dit l'auteur lui-même, *il ne peut tenir sa place dans une bibliothèque qu'après avoir été disséqué et mis en lambeaux.*

Mais, si on l'examine avec un peu de soin, on voit bientôt qu'une suite aussi complette et aussi méthodique de subdivisions suppose des idées générales et philosophiques de toutes les matières dont il peut être traité dans les livres. C'est une sorte d'arbre des connoissances humaines d'après leur objet, et la simple lecture n'en est pas sans instruction.

Cependant M. Cels s'abstint d'y mettre son nom, comme à la plupart des ouvrages qu'il a publiés depuis.

Ce goût pour les distributions et pour l'étude approfondie des rapports des choses pouvoit naturellement conduire M. Cels à l'amour de la botanique, qui n'est que l'application de l'art général des méthodes, à l'un des règnes de la nature; mais qui en est peut-être l'application la plus ingénieuse, la plus complette et la plus nécessaire.

Il paroît, en effet, qu'il s'y livra de bonne heure : on le voit suivre les herborisations de Bernard de Jussieu, et se lier assez intimement avec le Monnier le médecin, Jean-Jacques Rousseau et d'autres amateurs des plantes.

Il se forma de bonne heure aussi un jardin de botanique où il passoit les momens de loisir que lui laissoit son emploi.

Dès 1788, il se vit en état d'établir une correspondance et des échanges qui ne tardèrent point à rendre ce jardin l'un des plus riches que possédassent des particuliers.

Mais bientôt la révolution supprimant les impôts indirects, et le privant de sa charge, le livra tout entier à son goût favori, qui devint à la fois son unique occupation et sa principale ressource.

Retiré au village de Montrouge, près Paris, il s'y fit entièrement cultivateur et commerçant de plantes; résolution prise avec courage et exécutée avec persévérance; redoublant d'activité dans la correspondance comme dans le travail manuel, il se procura des végétaux de tous les pays du monde, parvint à en multiplier un grand nombre, et les distribua aux amateurs avec une abondance dont on n'avoit pas eu d'idée jusqu'alors.

On imagine bien cependant que ce jardinier d'une espèce nouvelle, ne cessa point d'aimer les sciences. Les étudians étoient toujours mieux reçus que les acheteurs, et cela sans qu'ils eussent besoin de la moindre recommandation. Tout botaniste pouvoit décrire et faire dessiner dans son jardin ce qui lui paroissoit intéressant.

Lui-même se proposoit de publier un jour la nombreuse collection des faits qu'il avoit observés; mais se fiant trop à une excellente mémoire, il n'avoit rien écrit, et sa mort prématurée, nous prive de tout ce qu'il n'avoit point fait connoître à ses amis.

Heureusement il étoit fort libéral de ces sortes de communications. Les beaux et nombreux ouvrages de botanique descriptive qui ont paru en France depuis vingt ans, lui doivent tous quelques-uns de leurs plus importans matériaux.

C'est dans son jardin qu'ont été dessinées et décrites

plusieurs des espèces nouvelles, publiées dans les *Stirpes novæ* de l'Héritier; dans les *plantes grasses* et les *astragales* de M. de Candolle, et dans les *liliacées* de M. Redouté, l'ouvrage le plus magnifique dont la botanique ait été jusqu'à présent redevable à la peinture.

C'est aussi delà que viennent originairement quelques-unes des plantes que M. Ventenat a fait connoître dans sa superbe description du jardin de la Malmaison.

Mais l'ouvrage auquel le jardin de M. Cels devra plus particulièrement la durée de sa réputation; c'est celui que M. Ventenat vient de lui consacrer sous le titre de *Jardin de Cels*.

Les botanistes ont publié depuis long-temps des descriptions des jardins publics, et de ceux des princes ou des hommes riches qui ont mis une partie de leur gloire à encourager la science aimable des végétaux.

Ici, c'est un ami, qui fait connoître l'œuvre de son ami; tous les deux sont de simples particuliers; le jardin et le livre sont des produits d'entreprises privées, et néanmoins la richesse des matériaux fournis par le jardin, et la beauté de l'exécution du livre, surpassent une grande partie de ce qu'on voit dans les entreprises antérieures, quoique favorisées par l'opulence ou par le pouvoir.

Il faut citer sans cesse ces exemples, qui montrent ce que peuvent encore pour les sciences les hommes réduits à leur courage ou à la force de leur volonté.

M. Cels en particulier fut pour long-temps privé de tout autre moyen, par un malheur qui dérangea entière-

ment la petite fortune que son économie avoit commencé à lui faire.

Lors du pillage des barrières, en 1789, une somme considérable avoit été enlevée de sa caisse. Les fermiers généraux, pour qui sa probité étoit notoire depuis vingt ans, n'avoient pas eu la pensée de le rendre responsable du crime d'autrui; mais lorsque les propriétés de la ferme eurent été saisies par la convention, des juges qui n'avoient pas les mêmes données, n'osèrent décider par la seule équité une cause devenue celle du trésor public, et les hommes qui faisoient alors la loi ne voulurent pas être justes.

Cette perte causa dans ses travaux des retards incalculables. Obligé de se défaire de sa belle bibliothèque, réduit à cultiver sur le terrain d'autrui, et successivement en différens lieux, après vingt années de soin, il ne se trouvoit pas plus avancé que des cultivateurs nouveaux.

Il déploroit ces contrariétés, mais ne s'en laissoit point abattre. Après chaque événement fâcheux, son active industrie avoit bientôt reproduit tout ce qui pouvoit se passer de temps.

Il faut dire qu'il fut constamment secondé par les amis de la science et par les voyageurs. Ceux-ci confioient de préférence leurs graines et leurs plants à l'homme qui savoit le mieux les faire fructifier.

L'éducation des végétaux, comme celle des hommes, exige une sorte de dévouement et de sollicitude, qu'une véritable passion peut seule inspirer; et personne n'est mieux fait pour en sentir la nécessité que ceux qui par

une passion d'un autre genre ont exposé mille fois leur vie pour procurer à leur pays quelques plantes nouvelles.

M. Cels dut plus qu'à tout autre à l'intrépide voyageur André Michaux, né comme lui à Versailles, qui réunissoit comme lui, à un goût invincible pour les plantes, quelque chose d'agreste dans le caractère et un courage indomtable, et qui après avoir parcouru les déserts brûlans de l'Arabie et de la Perse, après s'être enfoncé dans les forêts épaisses de l'Amérique du Nord, en avoir gravi les chaînes les plus escarpées, en avoir fait connoître beaucoup de productions, aux propres habitans du pays, vient de périr dans un dernier voyage, où il vouloit encore visiter les îles les plus reculées de la mer du Sud.

M. Olivier, M. Bosc, M. Broussonnet, M. Delabillardiere et d'autres voyageurs botanistes, imitèrent Michaux; les étrangers eux-mêmes se firent un plaisir de partager avec M. Cels leurs richesses végétales, et il recevoit chaque année de nombreux tributs de tous les pays où la botanique est en honneur.

Il est vrai que ces dons ne pouvoient être mieux placés; les espèces les plus délicates réussissoient chez lui; il sembloit qu'elles connussent ses soins et voulussent y répondre. On y admiroit, par exemple, deux *protéas*, arbres du cap de Bonne-Espérance, très-difficiles à élever, et dont aucun jardin d'Europe n'offroit de si beaux individus.

Il s'attachoit surtout aux arbres et aux arbustes qui peuvent devenir utiles à notre climat.

Il y a beaucoup répandu le néflier du Japon, seul fruit mangeable de ce pays-là, qui n'est sans doute pas aussi important pour nous, mais qui fait toujours un gain pour nos tables.

C'est chez lui qu'a été décrit pour la première fois le *robinia viscosa*, arbre d'un effet très-agréable pour les bosquets, et qui produit une gomme singulière.

Il éleva le premier ici, et donna beaucoup de soins au *pinkneya pubens*, excellent fébrifuge, que l'on estime pouvoir, en plusieurs cas, remplacer le quinquina.

Il avoit beaucoup multiplié les différens chênes de l'Amérique-Septentrionale, et surtout le *quercus tinctoria*, qui donne une belle couleur jaune.

Nous regarderons toujours comme l'un des principaux devoirs de notre place de constater ainsi les inventeurs ou les introducteurs des choses utiles; et ne semble-t-il pas en effet qu'il y ait quelque chose de déshonorant pour la société, dans cette ingratitude qui lui a fait oublier jusqu'aux noms de ceux à qui elle doit ses principales jouissances?

M. Cels n'étoit point découragé par cet oubli; car il ne pensoit point à la gloire, et dans beaucoup d'occasions il négligeoit celle que ses travaux auroient pu lui procurer le plus légitimement.

Ainsi, ayant été chargé par l'administration de rédiger différentes instructions pour faire connoître aux gens de la campagne les meilleures pratiques agricoles, il ne mit point son nom à la plupart de ces écrits, quoiqu'ils

eussent pu lui faire honneur par leur netteté et la saine doctrine qu'ils renfermoient.

Il faisoit mieux encore que d'être indifférent à sa gloire, il servoit ardemment celle des autres; il ne refusoit jamais à ses amis les observations qui pouvoient avoir place dans leurs ouvrages; il permettoit de faire dans son jardin et sur ses plantes toutes les expériences qui pouvoient éclairer la science, il en suggéroit lui-même; pourvu qu'elles se fissent, il ne lui importoit point que son nom y fût attaché. A peine l'a-t-il laissé mettre aux éditions auxquelles il a contribué de divers ouvrages d'agriculture, comme *Olivier de serre*, *le nouveau la Quintinie* et quelques autres.

Au reste, si dans ses travaux il s'occupoit peu de sa gloire, dans ses fonctions il s'occupoit encore moins de motifs plus puissans sur beaucoup de gens. L'intérêt, le crédit, le danger même ne purent jamais rien sur lui. Toujours il conserva son caractère d'homme des champs étranger aux ménagemens de la société; toujours il fut inflexible sur ce qu'il crut juste ou vrai; et l'on sait assez que depuis qu'il fut appelé près de l'administration, aucun genre de foiblesse n'a manqué d'épreuve.

D'abord la populace faisoit la loi; elle faisoit plus, elle gouvernoit, et gouvernoit en détail dans chaque lieu; la démocratie étoit devenue un despotisme mille fois multiplié, et l'apologue du sauvage, qui abat l'arbre pour en cueillir le fruit, trouvoit une application dans tous nos villages.

Il falloit détruire les grands établissemens d'agriculture, parce qu'ils avoient appartenu à des riches ; il falloit calmer la disette, avec les animaux des plus belles races; il falloit couper les futaies et les avenues pour planter des pommes-de-terre; on desséchoit les étangs pour les ensemencer, et l'on frappoit de stérilité un canton tout entier, en lui enlevant la source de ses arrosemens; on punissoit de mort ceux qui semoient des prairies artificielles; qu'on juge de la position d'un conseil d'agriculture à une telle époque.

Il est vrai que M. Cels étoit plus propre qu'un autre à résister aux chefs de ce temps-là; il avoit pour le bien la même sorte d'énergie agreste qu'eux pour le mal, et savoit au besoin leur parler leur langage et les combattre avec leurs armes.

Mais bientôt l'astuce et l'avidité remplacèrent la fureur : on ne voulut plus détruire les richesses des autres, mais les prendre pour soi; contre de nouveaux ennemis, il auroit fallu des armes nouvelles ; mais si M. Cels n'eut pas toujours autant de succès, il n'eut jamais moins de courage; s'il ne put empêcher tout le monde de se faire une part du bien de l'État, il voulut du moins que chacun eût aussi la part de réputation qui devoit lui revenir ; et ce que dans les deux époques, et malgré tous ces obstacles, il a effectivement contribué à sauver, en propriétés publiques et particulières, en jardins, en troupeaux, en pépinières, est incalculable.

Beaucoup de fugitifs lui doivent, sans peut-être le savoir, ce qu'ils ont retrouvé de leurs fortunes, et nul

ne sait ce que seroient devenus les parcs et les maisons royales si, au moment où ils étoient le plus menacés, ils n'eussent été mis sous la garde d'une commission dont il étoit membre.

Qui ne se souvient qu'on ne remplissoit alors des commissions semblables qu'au péril de sa vie?

Le seul motif qui ait jamais pu déterminer ce caractère inflexible, à dévier un peu de son attachement rigoureux à la règle établie, c'est lorsque, dans ces temps affreux où l'assassinat avoit le nom de justice, il y avoit quelque espoir de sauver une des victimes désignées par les bourreaux qui gouvernoient. Le célèbre botaniste l'Héritier étoit de ce nombre, et comme ancien magistrat, et comme académicien, et comme passant pour jouir de quelque fortune; on imagina de le cacher dans le jardin Marbœuf, en qualité de garde-bosquet; mais il falloit que M. Cels consentît à la fraude, et ceux qui ne connoissoient pas son cœur craignoient sa rigidité. Il se prêta avec la plus grande joie à prendre sur lui toute la responsabilité d'une bonne action, alors si dangereuse.

Les hommes qui ont su, comme lui, résister aux pouvoirs oppresseurs ou imprudens qui se sont élevés successivement pendant nos troubles, et qui ont conservé pour des temps plus heureux, soit des hommes précieux aux sciences et à l'État, soit quelque portion importante de la fortune publique, méritent sans doute plus d'estime que ceux qui ont fui chaque fois que leurs principes ne prévaloient plus, et doivent surtout être soigneusement

distingués de ceux qui ont fait varier les leurs au gré de chacun des dominateurs du moment.

Cette fermeté extrême de caractère que nous venons de faire connoître en M. Cels, n'étoit pas aussi nécessaire dans une compagnie dont les délibérations ne portant point sur les objets qui excitent communément les passions des hommes, n'exigent pour l'ordinaire que du calme et de la réflexion. Ses manières purent donc paroître quelquefois étranges dans le sein de l'Institut, et cependant nous eûmes souvent aussi à nous applaudir du principe d'où elles partoient.

Toutes les vérités ne trouvent pas aisément quelqu'un qui veuille les dire, même chez nous qui sommes essentiellement consacrés au culte du vrai. M. Cels sembloit s'être chargé des plus difficiles; et dans cette foule de projets dont nous assiégent, tantôt l'ignorance et plus souvent encore la charlatanerie, c'étoient les mieux protégés qu'il attaquoit avec le plus de force.

Son zèle s'exerçoit même contre les mauvais livres : il les croyoit plus dangereux en agriculture, parce que les lecteurs sont souvent moins instruits; et ce n'étoit ni l'humeur, ni la satire qui lui dictoient ses jugemens; mais, par un résultat involontaire de son ardeur pour le bien, l'apparition d'un méchant ouvrage étoit pour lui une véritable souffrance, une douleur réelle.

Nous avouerons volontiers que c'étoit pousser trop loin la vertu, et nous nous garderons de donner en exemple un sentiment dont l'exercice seroit trop pénible, parce qu'il seroit trop répété.

Ces dehors un peu âpres, cette façon un peu vive d'exprimer ses improbations, n'altéroient en rien la profonde estime que M. Cels inspiroit à ceux qui avoient pu le connoître.

La preuve en est qu'il réunissoit toutes les voix, quand il falloit charger quelqu'un des affaires de l'Institut, et que ses opinions l'emportoient très-souvent dans nos délibérations. Il faut qu'un avis soit bien bon pour que la manière de le présenter n'influe point sur le succès, et qu'un homme ait bien du mérite, pour qu'il n'ait aucune peine à prendre pour se faire aimer.

Il est vrai que l'activité naturelle de M. Cels redoubloit encore quand il s'agissoit de servir l'Institut. Il venoit ici à pied, de bien plus loin que nous tous, puisqu'il demeuroit à la campagne; et cependant il étoit le plus assidu, et le premier arrivé, non seulement aux séances, mais à tous les comités et aux nombreuses commissions dont il se laissoit toujours nommer membre.

L'hiver, ni la nuit ne l'arrêtoient point, et nous savons de ses collégues dans l'administration, qu'il remplissoit ainsi tout ce dont il se chargeoit.

Aussi doit-on dire, à l'éloge de ses chefs, autant qu'au sien, qu'ils ne lui surent jamais mauvais gré de se dispenser de tout ce que n'exigeoit pas le service public. Lorsqu'une suite d'événemens presque miraculeux eut ramené la France, après des malheurs dont l'histoire n'offre guère d'exemples, à un degré subit de splendeur et de puissance dont elle en offre peut-être encore moins,

M. Cels fut continué dans les fonctions qu'il avoit si honorablement remplies, sous tant de régimes divers.

Toutes les branches de l'administration se régénérant avec rapidité, les campagnes attendoient aussi leur police particulière; le conseil d'agriculture fut chargé d'en préparer le Code, et M. Cels eut une grande part à sa rédaction.

Ce travail étoit immense; il falloit s'instruire des usages de chaque canton, de leurs avantages, de leurs inconvéniens, des remèdes possibles. M. Cels s'étoit procuré ces renseignemens au moyen de questions rédigées avec soin, et adressées par tout l'Empire.

Il falloit ensuite discuter les dispositions projetées, avec ses collègues et devant ses chefs, et ici se déployoit mieux encore que dans toute autre occasion la fermeté de son caractère, et avec raison sans doute; car l'influence d'une mauvaise loi est bien plus funeste que celle d'un mauvais système dont peu de gens sont dupes, ou d'une déprédation qui n'a qu'un effet local ou momentané.

Il donnoit pour base principale à ses projets de réglemens, l'extension la plus illimitée possible du droit de propriété, et c'étoit à la défendre qu'il mettoit le plus de chaleur.

Il falloit, selon lui, donner aux propriétaires tous les moyens de s'instruire, et leur laisser ensuite tirer parti de leurs biens par tous les moyens qui ne nuisent point à leurs voisins; mais non prétendre ériger l'instruction en loi, et vouloir être sage pour tout le monde, en faisant

dans le cabinet des réglemens généraux qui ne manquent jamais d'être impraticables en beaucoup de lieux.

On pourroit presque dire qu'il a été le martyr de sa doctrine; car il prit sa dernière maladie en retournant à son jardin, un jour qu'il avoit mis toute la chaleur de son caractère à soutenir une disposition importante à l'agriculture, contre laquelle on faisoit valoir des motifs tirés d'autres parties du service public.

Cette maladie fut violente comme son tempérament, et le mit en peu de jours au tombeau le 15 mai dernier.

La nouvelle de sa mort nous arriva presque aussitôt que celle de sa maladie, et toutes ses circonstances étoient faites pour augmenter notre surprise et notre douleur.

Parmi tant de vieillards d'un tempérament foible; parmi tant d'hommes livrés aux méditations sédentaires et à la vie malsaine du cabinet, il en étoit un robuste de corps, s'exerçant aux travaux champêtres, vivant dans l'air pur de la campagne, et c'étoit lui que la mort étoit venue choisir dans nos rangs; elle l'avoit atteint au moment de l'année le plus heureux pour lui, lorsque les seules richesses qu'il connût se renouveloient dans tout leur éclat.

Ce jardin, son plus bel ouvrage, d'où il fallut enlever son corps; cette verdure, ces fleurs, ce luxe de végétation, ces paysans du voisinage qui croyoient venir aux obsèques d'un de leurs camarades, et se trouvoient mêlés à quelques-uns de nos premiers magistrats, de nos savans les plus illustres; ce simple discours d'un bon curé de campagne, déplorant un paroissien ver-

tueux, suivi de harangues qui préconisoient un digne membre de notre première institution littéraire; enfin, cette famille en larmes, tout cet appareil de deuil et de douleur, au milieu de la pompe naturelle de la plus riche campagne et du ciel le plus pur; cet ensemble et ces contrastes produisirent sur nous une impression dont le souvenir ne s'effacera point, et que je ne me reproche pas d'exprimer encore, parce que je sens que ses amis, ses collègues, ceux qui viennent d'être entretenus de ses services, doivent la partager.

ÉLOGE HISTORIQUE
DE
MICHEL ADANSON,

Par M. CUVIER.

Lu à la Séance publique de la classe, le 5 janvier 1807.

LORSQUE nous paroissons à cette tribune, c'est presque toujours pour y présenter le tableau d'une vie à la fois heureuse et utile; ceux que nous y louons ont réuni le double avantage d'éclairer leurs semblables, et de s'en faire aimer; la reconnoissance publique elle-même nous dicte hautement leur éloge; et la certitude de n'avoir à exprimer que le sentiment universel des amis des lumières, nous soutient contre la défiance où nous sommes de nos forces.

Mais il nous arrive aussi quelquefois d'avoir à rappeler l'attention sur un homme de mérite trop négligé pendant sa vie, et de réclamer en faveur de sa mémoire contre l'indifférence de ses contemporains.

Un motif non moins puissant nous anime alors. Nos fonctions devenues plus pénibles, ne nous en paroissent que plus honorables et plus touchantes; elles prennent en quelque sorte à nos yeux le caractère auguste d'une

magistrature publique, et nous les exerçons avec toute la chaleur qu'inspire un devoir sacré.

Les travaux les plus suivis, les conceptions les plus fécondes n'ont été que trop souvent réduits à cette justice tardive, et peut-être les exemples en seroient-ils décourageans à force d'être multipliés, si à côté de cet injuste abandon, ils n'offroient aussi son préservatif et sa consolation; je veux dire, si l'on n'y voyoit en même temps et les causes qui le produisent et les jouissances qui en dédommagent.

Les unes et les autres viennent du même principe. L'homme digne de connoître la vérité, trop satisfait de ce charme ineffable attaché à sa recherche, ne s'occupe point assez de l'opinion des autres, et même, il faut le dire, c'est presque toujours sa propre indifférence qui cause celle de son siècle; indifférence coupable, puisqu'elle peut faire manquer au génie sa noble destination.

L'éloge historique de M. Adanson mettra en évidence toutes ces vérités et tirera d'elles son principal intérêt. Les qualités diverses de cet homme savant et singulier, leur origine et leurs effets, leur accord et leur opposition, leur influence sur ses travaux et sur sa fortune, concourront également à ce but.

Courage indomtable et patience infinie, génie profond et bizarrerie choquante, ardent désir d'une réputation prompte et mépris des moyens qui la donnent, calme de l'ame enfin au milieu de tous les genres de privations et de souffrances, tout dans sa longue existence méritera d'être médité et deviendra tour-à-tour noble exemple

pour l'émulation, ou salutaire avertissement pour la conduite.

Michel Adanson, membre de l'Institut et de la Légion d'honneur, membre étranger de la Société royale de Londres, ci-devant pensionnaire de l'Académie des sciences et censeur royal, naquit à Aix en Provence, le 7 avril 1727, d'une famille écossaise qui s'étoit attachée au sort du roi Jacques. Son père écuyer de M. de Vintimille, archevêque d'Aix, suivit ce prélat lorsqu'il fut nommé à l'archevêché de Paris, et amena avec lui dans la capitale le jeune Michel, alors âgé de trois ans. M. Adanson le père avoit encore quatre autres enfans et n'étoit pas riche; mais la protection de l'archevêque l'aida dans leur éducation : chacun d'eux reçut un petit bénéfice, et Michel Adanson en particulier eut, à l'âge de sept ans, un canonicat à Champeaux en Brie, qui servit à payer sa pension au collége du Plessis.

Beaucoup de vivacité dans l'esprit, une mémoire imperturbable et un ardent désir des premiers rangs, c'en étoit plus qu'il ne falloit pour avoir de grands succès de collége, et pour être montré avec complaisance dans toutes les occasions.

Le célèbre observateur anglais, Tuberville Needham, renommé alors par les faits nombreux et singuliers que ses microscopes lui avoient fait découvrir, assistoit un jour aux exercices publics du Plessis; frappé de la manière brillante dont le jeune Adanson les soutenoit, il demanda la permission d'ajouter un microscope aux livres que l'écolier alloit recevoir en prix; et en le lui remettant, il

lui dit avec une sorte de solennité : *Vous qui êtes si avancé dans l'étude des ouvrages des hommes, vous êtes digne aussi de connoître les œuvres de la nature.*

Ces paroles décidèrent la vocation de l'enfant ; elles étoient restées profondément gravées dans la mémoire de M. Adanson, et il les répétoit encore avec intérêt vers la fin de sa vie.

Dès cet instant, sa curiosité ne change plus d'objet ; l'œil attaché pour ainsi dire à cette étonnante machine, il y soumet tout ce que lui fournit l'enceinte étroite de son collége, tout ce qu'il peut recueillir dans les promenades en s'écartant furtivement des sentiers tracés à ses camarades, les plus petites parties des mousses, les insectes les plus imperceptibles. Il connut ces productions que la nature semble avoir réservées pour l'œil curieux du physicien, avant celles qu'elle abandonne aux jouissances générales, et son esprit étoit déjà tout rempli de ces merveilles de détail, que son ame n'avoit point encore éprouvé l'impression du grand spectacle de l'Univers. Peut-être même ne fut-elle jamais livrée à ces émotions à la fois si douces et si vives ; il n'eut point de jeunesse ; le travail et la méditation le saisirent à son adolescence, et pendant près de 70 ans, tous ses jours, tous ses instans furent remplis par les observations pénibles, par les recherches laborieuses d'un savant de profession.

Admis au sortir du collége dans les cabinets de Réaumur et de Bernard de Jussieu, une riche moisson s'ouvrit à son activité ; il la dévora avec une sorte de fureur ; il passoit ses journées entières au Jardin des

Plantes; non content d'entendre les professeurs, il répétoit leurs leçons aux autres écoliers; aussi, disoit-il, en plaisantant, des professeurs actuels, *qu'ils étoient ses élèves à la troisième génération.* Nous nous sommes assurés par ses manuscrits, que vers l'âge de 19 ans, il avoit déjà décrit méthodiquement plus de quatre mille espèces des trois règnes. Les seules opérations manuelles qu'un semblable travail exige, prouvent qu'il y employoit une partie de ses nuits.

C'étoit beaucoup pour son instruction, mais ce n'étoit presque rien pour l'avancement de la science. La plupart de ces êtres étoient déjà connus et décrits dans les livres: quelque climat peu visité pouvoit seul lui en fournir en abondance qui n'eussent jamais été vus ni examinés par les naturalistes.

M. Adanson brûlant dès-lors de l'ambition de se placer à quelque prix que ce fût, parmi ceux qui ont reculé les bornes de l'histoire naturelle, et ne connoissant pour cela, comme la plupart des jeunes étudians, que la voie facile de multiplier les descriptions des espèces, prit donc le parti de voyager. Il résigna son bénéfice, obtint à force d'instances et par le crédit de MM. de Jussieu, une petite place dans les comptoirs de la compagnie d'Afrique, et partit pour le Sénégal, le 20 décembre 1748.

Les motifs de son choix sont curieux. *C'est que c'étoit* (dit-il dans une note restée parmi ses papiers), *de tous les établissemens européens le plus difficile à pénétrer, le puls chaud, le plus malsain, le plus dangereux à tous*

les autres égards, et par conséquent le moins connu des naturalistes. Il ne faut pas avoir un zèle équivoque pour se déterminer précisément sur de pareilles raisons.

Au reste, il devoit sentir moins qu'un autre la différence de Paris et d'un désert : travaillant partout dix-huit heures par jour, il ne s'apercevoit guère s'il étoit près ou loin des jouissances du monde. Il paroît d'ailleurs avoir eu toujours un tempérament très-robuste. On le voit dans sa relation, tantôt parcourir des sables échauffés à 60 degrés qui lui raccornissoient les souliers, et dont la réverbération lui faisoit lever la peau du visage; tantôt inondé par ces terribles orages de la zone torride, sans que son activité en fût ralentie un instant.

En cinq ans qu'il passa dans cette contrée, il rassembla et décrivit un nombre prodigieux d'animaux et de plantes nouvelles; il leva la carte du fleuve aussi avant qu'il pût le remonter, et l'assujettit à des observations astronomiques; il dressa des grammaires et des dictionnaires des peuples de ses rives; il tint un registre d'observations météorologiques faites plusieurs fois chaque jour; il composa un traité détaillé de toutes les plantes utiles du pays; il recueillit tous les objets de son commerce, les armes, les vêtemens, les ustensiles de ses habitans.

Nous avons vu chez lui tous ces travaux en manuscrit, et nous avons été étonnés qu'un homme seul et dénué de toute assistance, ait pu y suffire en si peu de temps. Cependant ce court espace fut encore occupé par des

méditations générales beaucoup plus importantes, qui devinrent les principes de ses autres travaux, et qui déterminèrent la marche de ses idées, et le caractère du reste de sa vie.

Que l'on se représente un homme de 21 ans, quittant pour ainsi dire les bancs de l'école, encore en grande partie étranger à tout ce qu'il y a de routinier dans nos sciences et dans nos méthodes, presque sans livres, et ne conservant guères que par le souvenir les traditions de ses maîtres; qu'on se le représente transporté subitement dans un pays barbare, avec une poignée de compatriotes que le langage seul rapproche de lui, mais qui ignorent ses recherches ou les dédaignent, livré par conséquent pendant plusieurs années à l'isolement le plus absolu, sur une terre nouvelle, dont les météores, les végétaux, les animaux, les hommes ne sont point ceux de la nôtre. Ses vues auront nécessairement une direction propre, ses idées une tournure originale; il ne se traînera point dans nos sentiers battus; et si d'ailleurs la nature lui a donné un esprit appliqué et une imagination forte, ses conceptions porteront l'empreinte du génie. Mais n'ayant point à les faire passer dans l'esprit des autres, sans adversaires à combattre, sans objections à réfuter, il n'apprendra point cet art délicat de convaincre les esprits sans révolter les amours-propres, de détourner insensiblement les habitudes vers des routes nouvelles, de contraindre la paresse à recommencer un nouveau travail. D'un autre côté, toujours seul avec lui-même, et sans objet de comparaison, prenant chaque

idée qui lui vient pour une découverte, jamais exposé à ces petites luttes de société qui donnent si vite à chacun la mesure de ses forces, il sera enclin à prendre de son talent des idées exagérées, et n'hésitera point à les exprimer avec franchise.

Ce qu'un tel jeune homme devroit devenir, M. Adanson le devint; ceux qui l'ont connu ont dû observer en lui tout ce qu'il y a bon et de mauvais dans ce portrait, et de ce caractère une fois donné se déduit presque nécessairement le sort de ses ouvrages et celui de sa personne.

De retour en Europe, le 18 février 1754, avec sa riche provision de faits et de vues générales, il chercha aussitôt à prendre parmi les naturalistes le rang qu'il croyoit lui appartenir.

L'état de l'histoire naturelle avoit notablement changé pendant son absence. Réaumur étoit près de mourir. Ses ingénieuses recherches n'avoient dans de Geer qu'un continuateur foible et moins heureusement placé. Mais Linnæus et Buffon commençoient à se frayer le chemin vers l'empire qu'ils se sont partagé pendant près d'un demi-siècle.

L'un, d'un esprit perçant, d'une application opiniâtre, embrassant toutes les productions de la nature, les contraignoit en quelque sorte dans des classifications arbitraires, mais précises et faciles à saisir, leur imposoit des noms étranges, mais invariables et commodes à retenir, les décrivoit dans un langage néologique, mais court, expressif, et d'une signification rigoureusement fixée.

L'autre, d'une imagination élevée, grave et imposant

dans son style, comme dans ses manières, s'attachant à un moindre nombre d'êtres, négligeant ces échafaudages artificiels que l'étude de productions plus nombreuses auroit exigés, épuisoit, pour ainsi dire, chacun des sujets qu'il traitoit; il en traçoit des tableaux animés; la pompe et la majesté de la nature régnoient dans leur ordonnance; son éclat et sa fraîcheur dans leur coloris; ils étoient liés par des vues neuves, hardies, quelquefois téméraires, mais toujours exposées avec un art entraînant.

Les livres de Linnæus renfermant sous un petit volume une immense série d'êtres de toutes les classes, étoient le manuel des savans : ceux de Buffon offrant dans une suite de portraits enchanteurs un choix des êtres les plus intéressans, faisoient le charme des gens du monde; mais tous les deux presque exclusivement livrés à leurs idées particulières, avoient trop négligé un point de vue essentiel: l'étude de ces rapports multipliés des êtres, d'où résulte leur division en familles fondées sur leur propre nature, et c'étoit précisément là ce qui avoit fait le principal sujet des méditations de M. Adanson dans sa solitude.

Il en développa le premier avec énergie toute l'importance, et en suivit très-loin l'application; la hardiesse de sa marche, la précision de ses résultats frappèrent les naturalistes, au point qu'ils crurent un instant voir en lui un digne rival de ces deux grands maîtres; et peut-être n'a-t-il, en effet, manqué à sa réputation pour approcher de la leur, qu'un aussi heu-

reux emploi des moyens accessoires dont ils surent si bien se servir.

Essayons de tracer une esquisse rapide, et de ce point de vue en lui-même, et de la manière particulière dont M. Adanson l'envisagea.

Un être organisé est un tout unique, un ensemble de parties qui réagissent les unes sur les autres, pour produire un effet commun. Nulle de ces parties ne peut donc être modifiée essentiellement sans que toutes les autres ne s'en ressentent. Il n'y a donc qu'un certain nombre de combinaisons possibles parmi les grandes modifications des organes principaux, et sous chacune de ces combinaisons supérieures, il n'y a encore qu'un certain nombre de combinaisons subordonnées de modifications moins importantes qui puissent avoir lieu.

Par conséquent, si l'on avoit une connoissance exacte de toutes ces combinaisons des différens ordres, et que chacune fût rangée à la place déterminée par les organes qui la constituent, l'on auroit aussi une représentation véritable de tout le système des êtres organisés; tous leurs rapports, toutes leurs propriétés se laisseroient réduire à des propositions générales; la nature intime de chacun d'eux se laisseroit clairement démontrer; en un mot, l'histoire naturelle seroit une science exacte.

Voilà ce qu'on entend par la méthode naturelle. Principale clef des mystères de l'organisation, seul fil propre à guider dans cet inextricable labyrinthe des formes de la vie, ce n'est que par elle que le naturaliste pourra s'élever un jour à cette hauteur d'où la nature entière

lui apparoîtra dans son ensemble et dans ses détails, comme un seul et vaste tableau. Mais jusqu'à présent nous ne faisons qu'entrevoir quelques portions de ce tableau sublime, et le point d'où nous pourrons l'embrasser tout entier, n'est encore pour nous qu'une espèce de but idéal que nous n'atteindrons peut-être jamais tout-à-fait, quoiqu'il soit de notre devoir d'y tendre constamment, et qu'à force de travail nous puissions tous les jours en approcher davantage.

La route la plus directe seroit de déterminer les fonctions et l'influence de chaque organe, pour calculer l'effet de ses modifications; formant alors les grandes divisions d'après les organes les plus importans, et descendant ainsi aux divisions inférieures, on auroit un cadre, qui, pour être fait d'avance, et presque indépendamment de l'observation des espèces, n'en seroit pas moins l'expression réelle de l'ordre de la nature. C'est ce principe qu'on nomme la *subordination des caractères*. Il est parfaitement rationel et philosophique, mais son application supposeroit, touchant la nature, les fonctions et l'influence des organes, des connoissances dont on étoit trop éloigné à l'époque où M. Adanson commença ses travaux, pour qu'il pût songer à l'employer; peut-être même n'en eut-il jamais l'idée.

Il eut donc recours à une méthode inverse que l'on peut appeler *empirique* ou *d'expérience:* celle de la comparaison effective des espèces; et il imagina pour l'appliquer, un moyen qui lui est propre et qu'on ne peut s'empêcher de regarder comme infiniment ingénieux.

Considérant chaque organe isolément, il forma de ses différentes modifications un système de division, dans lequel il rangea tous les êtres connus. Répétant la même opération par rapport à beaucoup d'organes, il construisit ainsi un nombre de systèmes, tous artificiels et fondés chacun sur un seul organe arbitrairement choisi.

Il est évident que les êtres, qu'aucun de ces systèmes ne sépareroit, seroient infiniment voisins, puisqu'ils se ressembleroient par tous leurs organes; la parenté seroit un peu moindre dans ceux que quelques systèmes ne rassembleroient pas dans les mêmes classes; enfin, les plus éloignés de tous seroient ceux qui ne se rapprocheroient dans aucun système.

Cette méthode donneroit donc une estimation précise du degré d'affinité des êtres, indépendante de la connoissance rationnelle et physiologique de l'influence de leurs organes; mais elle a le défaut de supposer une autre connoissance qui, pour être simplement historique, n'en est pas moins étendue, ni moins difficile à acquérir: celle de toutes les espèces et de tous les organes de chacune. Un seul de ceux-ci négligé peut conduire aux rapports les plus faux, et M. Adanson lui-même, malgré le nombre immense de ses observations, en fournit quelques exemples.

C'est là ce qu'il appeloit sa *Méthode universelle*, et c'est aussi l'idée mère qui domine dans tous ses grands ouvrages imprimés ou manuscrits.

Il en publia en 1757 une espèce d'essai dans le *Traité*

des Coquillages, qui termine le premier volume de son *Voyage au Sénégal*. Ce livre ouvrit les portes de l'Académie des sciences et de la Société royale de Londres à M. Adanson, alors seulement âgé de 30 ans, non parce qu'il étoit allé chercher quelques coquilles sur la côte d'Afrique, mais parce qu'il s'annonçoit comme un homme de génie plein de vues neuves, d'activité, et capable d'honorer encore ces illustres compagnies par un grand nombre de travaux semblables.

L'ouvrage méritoit en effet d'exciter ces espérances, et d'obtenir ces marques d'estime, surtout par l'attention que son auteur avoit donnée aux animaux des coquilles, presque entièrement négligés avant lui, et dont quelques-uns même n'ont pas été décrits depuis. Sa distribution méthodique, appuyée sur une vingtaine de ces systèmes partiels dont nous venons de donner une idée, étoit bien supérieure à toutes celles de ses prédécesseurs. Néanmoins, il lui resta encore quelques défauts par la raison que nous venons aussi d'exposer : c'est que faute de dissections anatomiques, il n'avoit pu connoître les organes intérieurs, et surtout le cœur. Cette omission le fit même errer dans la circonscription générale de la classe, où il ne comprit point les mollusques sans coquille.

Son projet étoit d'abord de traiter ainsi en huit volumes toute l'histoire du Sénégal, et elle est en effet déjà fort avancée dans ses manuscrits; mais jugeant que l'utilité de sa méthode seroit mieux sentie dans une application plus générale, il cessa bientôt de publier ce premier travail, pour se livrer entièrement à celui des

familles des plantes, qu'il fit imprimer en 1763. Il y trouva aussi l'avantage d'opérer sur des êtres plus nombreux, étudiés sous plus de rapports, et pour lesquels la méthode empirique est plus excusable, parce que les fonctions de leurs organes sont plus obscures.

Beaucoup de botanistes avoient déjà senti l'importance de distribuer les plantes, selon leurs rapports naturels. Morison, Magnol et Ray, en avoient conçu l'idée presqu'en même temps dans la dernière moitié du dix-septième siècle, sans toutefois se bien rendre compte des moyens d'y réussir.

Haller eut long-temps cet objet en vue; mais il n'eut pas le bonheur de pouvoir accorder entièrement les rapports naturels avec un système absolu, et malgré tous ses soins, celui qu'il adopta en rompit encore quelques-uns.

Linnæus y avoit renoncé volontairement en formant le sien, et n'y fut quelquefois ramené, que par la force du sentiment de l'analogie, qui le contraignit à enfreindre lui-même les règles qu'il s'étoit prescrites.

En un mot, de tous les botanistes antérieurs à M. Adanson, le seul qui n'ait jamais abandonné cette recherche et celui qui en obtint le plus de succès, qui mérita même d'être considéré à cet égard comme le maître et de ses contemporains et de ses successeurs, fut Bernard de Jussieu. Cet homme extraordinaire qui allia des vertus et une modestie dignes des premiers âges, à des lumières qu'à peine aucun âge a surpassées, s'en occupa toute sa vie; mais toujours mécontent de

ce qu'il avoit fait, parce qu'il voyoit mieux que personne ce qui lui restoit à faire, il ne consigna point ses résultats par écrit; on ne les connoît que par l'arrangement qu'il avoit introduit en 1758, au jardin de Trianon, et par les fragmens que ses amis ou ses disciples en ont publiés.

Il y a de fortes raisons de croire que Linnæus avoit profité des conversations de Bernard de Jussieu, sur ce sujet; car plusieurs des rapprochemens indiqués dans ses *Ordines naturales* publiés en 1753, sous forme de simple liste non motivée, auroient difficilement pu naître des vues qui ont dirigé cet homme célèbre dans ses autres ouvrages.

On a pensé aussi que M. Adanson, élève de Bernard de Jussieu, avoit recueilli dans les leçons de son maître, les premiers germes de quelques-unes des familles; mais cette conjecture fût-elle fondée, sa gloire y perdroit peu. S'il profita de ces leçons, c'est en homme de génie qu'il le fit. Le plan général de son livre, les principes directs qu'il établit, sa marche franche et hardie, tout cela est bien à lui, et ce n'est pas ainsi qu'on emprunte. Quelques erreurs même que Bernard de Jussieu avoit évitées, prouvent l'originalité du travail de M. Adanson. Elles venoient toujours de la même cause, la négligence de quelque organe important; et ce n'étoit pas pour avoir établi ses distributions sur un nombre trop petit de systèmes partiels; car il avoit commencé par en faire soixante-cinq, fondés sur autant de considérations différentes; mais c'est comme nous l'avons insinué, faute d'avoir bien

saisi le principe fécond de la subordination des caractères. Au reste, ces erreurs sont peu nombreuses, parce qu'un tact délicat suppléa souvent à ce que la méthode n'auroit pu donner par elle-même, et l'ouvrage offre en revanche une foule d'aperçus heureux que les découvertes plus récentes n'ont fait que confirmer.

M. Adanson a, par exemple, indiqué le *périsperme*, et son importance pour caractériser les familles, quoiqu'il ne lui ait point donné de nom. Il a formé la famille des *hépatiques*, et bien limité celle des *joubarbes*. Il a senti le premier le rapprochement des *campanulacées* avec les *composées*, des *aristoloches* avec les *éléagnées*; des *ményanthes* avec les *gentianées*, et celui du *trapa* avec les *onagres*, que Bernard de Jussieu ignoroit, et qu'on a reconnus depuis. Ses divisions des *liliacées*, des *dipsacées*, des *composées*, sont originales et bonnes. Ses groupes de *champignons* sont supérieurs à ceux de *Linnæus*. Il a séparé avec raison les *thymelées* des *éléagnées*, et les *nyctaginées* des *amaranthacées* que Bernard de Jussieu confondoit. Enfin un très-grand nombre de ses genres ont été reconnus et adoptés par les botanistes les plus modernes.

Dans sa préface, M. Adanson fait l'histoire de la botanique avec une érudition étonnante dans un homme presque toujours occupé d'observer. Il y assigne avec précision de combien de plantes, de figures et d'idées nouvelles chaque auteur a enrichi cette science. Il y donne même une sorte d'échelle du mérite des systèmes de ses prédécesseurs; mais c'est seulement dans leur

accord plus ou moins parfait avec ses familles naturelles, qu'il en prend la mesure. C'étoit se mettre lui-même à la tête de tous les botanistes, et en effet il n'étoit pas trop éloigné de cette opinion. Il ne cache point surtout l'espèce de dépit que lui donnoit la vogue du *système sexuel de Linnæus*, l'un des plus opposés aux rapports naturels des végétaux. L'espoir de la voir cesser un jour, consoloit bien un peu M. Adanson; mais il ne faisoit en cela que montrer à quel point les hommes lui étoient mal connus, tandis que c'étoit sur leur connoissance intime que *Linnæus* fondoit presque tous ses succès.

Aimable, bienveillant, entouré de disciples enthousiastes dont il se faisoit autant de missionnaires, attentif à enrichir de leurs découvertes des éditions multipliées, favorisé par les grands, lié par une correspondance active avec les savans en crédit, soigneux de faire paroître la science aisée, plus que de la rendre solide et profonde, le naturaliste suédois voyoit chaque jour étendre sa doctrine malgré la résistance des amours-propres et des préjugés nationaux.

Adanson, au contraire, conservant ses habitudes du désert, inaccessible dans son cabinet, sans élèves, presque sans amis, ne communiquant avec le monde que par ses livres, sembloit encore les hérisser exprès de difficultés rebutantes, comme s'il avoit craint qu'ils ne se répandissent trop.

Au lieu de cette nomenclature si simple et si commode, imaginée par Linnæus, il donnoit aux êtres des noms

arbitraires qu'aucun rapport d'étymologie ne rattachoit à la mémoire, et dédaignoit même quelquefois d'indiquer leur concordance avec les noms employés par les autres. Il avoit imaginé jusqu'à une orthographe particulière, qui faisoit ressembler son français à quelque jargon inconnu. C'étoit, disoit-il, pour mieux représenter la prononciation; mais pour que la prononciation pût être représentée, il faudroit qu'elle pût être fixée; et comment fixer un son dont il ne reste pas de traces? Aussi change-t-elle à chaque demi-siècle comme dans chaque province, et c'est sur l'orthographe seule que reposent la durée et l'étendue d'une langue. Pour le sentir, qu'on se demande ce que deviendroit, par exemple, le latin, si chaque nation s'avisoit de vouloir l'écrire, comme elle le prononce?

Ainsi, malgré la beauté réelle et reconnue du plan qu'il avoit suivi et le grand nombre de faits qu'il avoit découverts, malgré les éloges que son ouvrage reçut des plus savans naturalistes, M. Adanson n'obtint pas, à beaucoup près, sur la marche de la science, l'influence qu'il auroit dû avoir; les systèmes artificiels régnèrent encore presque exclusivement pendant plus de trente ans. Mais loin de se rebuter de ce peu de succès, à peine s'en aperçut-il. Alors, comme dans tout le reste de sa vie, son propre jugement suffit pour le satisfaire, et travaillant toujours avec la même ardeur, ses familles des plantes n'étoient pas entièrement imprimées, qu'il s'occupoit déjà d'un ouvrage infiniment plus général.

L'imagination la plus hardie reculeroit à la lecture

du plan qu'il soumit en 1774, au jugement de l'académie des sciences (1), et plus encore à la vue de l'énorme amas des matériaux qu'il avoit effectivement rassemblés. Il ne s'agissoit plus d'appliquer sa méthode universelle, seulement à une classe, à un règne, ni même à ce qu'on appelle communément les trois règnes, mais d'embrasser la nature entière dans l'acception la plus étendue de ce mot. Les eaux, les météores, les astres, les substances chimiques et jusqu'aux facultés de l'ame, aux créations de l'homme, tout ce qui fait ordinairement l'objet de la métaphysique, de la morale et de la politique, tous les arts, depuis l'agriculture jusqu'à la danse, devoient y être traités.

Les nombres seuls étoient effrayans ; 27 gros volumes exposoient les rapports généraux de toutes ces choses et leur distribution ; l'histoire de 40,000 espèces étoit rangée par ordre alphabétique dans 150 volumes ; un vocabulaire universel donnoit l'explication de 200,000 mots ; le tout étoit appuyé d'un grand nombre de traités et de mémoires particuliers, de 40,000 figures et de 30,000 morceaux des trois règnes.

Chacun se demanda comment un seul homme avoit pu, non pas approfondir, mais seulement embrasser tant d'objets différens, et quels trésors suffiroient à leur publication ?

En effet, les commissaires de l'académie trouvèrent l'exécution fort inégale. Les parties étrangères à l'histoire

(1) *Journal de physique*, mars 1775.

naturelle se réduisoient à de simples indications : les deux tiers des figures étoient coupées ou calquées dans des ouvrages connus; beaucoup de volumes étoient grossis par des matériaux qui attendoient encore leur rédaction.

Ces commissaires donnèrent donc à M. Adanson le conseil très-sage de détacher de ce vaste ensemble les objets de ses propres découvertes et de les publier séparément, en se contentant d'indiquer d'une manière générale les rapports nouveaux qu'il pourroit leur apercevoir avec les autres êtres.

Les sciences auront long-temps à regretter qu'il ait refusé de suivre ce conseil; car divers mémoires, indépendans de ses grands ouvrages, montrent qu'il étoit capable de beaucoup de sagacité dans l'examen des objets particuliers.

Qu'on nous permette de présenter ici une analyse succincte des principaux de ces écrits.

Le *taret*, ce coquillage qui ronge les vaisseaux et les pieux, et qui a menacé l'existence même de la Hollande, avoit été examiné par plusieurs auteurs. M. Adanson fut pourtant le premier qui en fit connoître la vraie nature et l'analogie avec la *pholade* et les *bivalves*. La description qu'il en donne, est un modèle en ce genre (1).

On en doit dire autant de celle du *baobab* (2). C'est un arbre du Sénégal, le plus gros du monde; car son tronc a quelquefois 24 pieds de diamètre, et sa cime

---

(1) *Mémoires de l'académie* pour 1759.
(2) *Ibidem*..... 1761.

120 à 150; mais il lui faut des milliers d'années pour arriver au terme de son accroissement. On lui a donné le nom d'*Adansonia*, d'après le botaniste qui l'a si bien décrit, et Linnæus l'a généreusement conservé à l'arbre, malgré toutes les raisons qu'il avoit de se plaindre du patron qu'on lui avoit choisi.

L'histoire des gommiers (1) et les nombreux articles que M. Adanson a insérés dans le supplément de la première Encyclopédie, réunissent à quantité de faits nouveaux, beaucoup d'érudition et de netteté. Ils montrent par le fait que notre langue peut exprimer avec clarté toutes les formes des plantes, sans recourir à cette terminologie barbare qui commençoit alors à s'introduire, et qui rebute inutilement dans tant d'ouvrages modernes. Malheureusement ces articles ne vont que jusqu'à la lettre *C*. On ignore ce qui a empêché d'imprimer la suite qui étoit préparée.

Une des questions les plus intéressantes de l'histoire naturelle est celle de l'origine des diverses variétés de nos plantes cultivées. M. Adanson a fait beaucoup d'expériences sur celles des bleds et en a vu naître deux dans l'espèce de l'orge; mais elles ne se sont pas propagées long-temps (2).

Quelques naturalistes, poussant trop loin les conséquences de ces faits et d'autres semblables, et soutenant que les espèces n'ont rien de constant, alléguant même

(1) *Mémoires de l'Académie* pour 1773 et 1779.

(2) *Mémoires de l'Académie* 1769.

des exemples qui sembloient prouver qu'il s'en forme de temps en temps de nouvelles, il montra que ces espèces prétendues n'étoient pour la plupart que des monstruosités qui rentroient bientôt dans leur forme originaire (1).

Depuis long-temps on avoit comparé les mouvemens des feuilles de la sensitive et des étamines de quelques plantes, à ceux des animaux, quoique les premiers aient pour la plupart besoin d'être excités par une cause extérieure. M. Adanson en découvrit de spontanés dans une substance fibreuse, verte, vivant au fond des eaux, et qu'il croyoit une plante; il en donna une histoire fort exacte (2), et la plaça en tête de son système des végétaux.

M. Vaucher a pensé depuis que c'est un zoophyte. Il l'appelle *oscillatoria Adansonii.*

C'est M. Adanson qui a le premier reconnu que la faculté engourdissante de certains poissons dépend de l'électricité. Il avoit fait ses expériences sur le *Silure trembleur* (3).

On assure aussi qu'il est l'auteur de la lettre sur l'électricité de la Tourmaline, qui porte le nom du duc de Noya Caraffa (4). Il auroit donc contribué en deux points importans aux progrès de cette branche de la physique.

---

(1) *Mémoires de l'Academie* 1769.

(2) *Mémoires de l'Académie* 1767.

(3) *Voyage au Sénégal*, pag. 134.

(4) Paris 1759. Voyez le Jovand, *Notice sur Adanson*, pag. 12.

On voit en général qu'il possédoit bien cette science, par ce qu'il a occasion d'en emprunter pour son Traité de Physiologie végétale et de culture. Il avoit fait de longues recherches sur les inégalités de dilatations des thermomètres remplis de liqueurs différentes.

Il n'avoit pas non plus négligé les applications de l'histoire naturelle ou de la physique aux arts utiles.

Il découvrit le premier les moyens de tirer une bonne fécule bleue de l'indigo du Sénégal.

Dans un mémoire adressé au ministère, il montroit que cette colonie seroit très-favorable à tous les produits de nos îles et même à ceux des Grandes-Indes, et qu'il seroit aisé de les y faire cultiver par des nègres libres : idée heureuse, seule capable de faire cesser un commerce honteux pour l'humanité.

Une société d'Anglais et de Suédois, animés par un sentiment religieux, en avoit fait, il y a quelques années, un essai qui promettoit d'être heureux ; on nous assure même que cet établissement se soutient encore, quoique des corsaires en aient détruit une partie.

S'il arrivoit un jour que les suites des dernières révolutions et l'état actuel des îles à sucre décidassent enfin les gouvernemens européens à proscrire un système à la fois si cruel pour les esclaves et si dangereux pour les maîtres, il seroit juste de se souvenir que M. Adanson a, l'un des premiers, fait connoître les moyens d'y suppléer sans rien perdre de nos jouissances.

Quoique le ministère de France et la compagnie d'Afrique n'eussent point fait d'attention à ce mémoire,

M. Adanson refusa, par patriotisme, de le communiquer aux Anglais qui lui en avoient offert des récompenses considérables.

Ces divers morceaux, tous remplis d'intérêt, auroient pu être suivis de beaucoup d'autres, si M. Adanson l'eût voulu. Ses voyages, son cabinet, et ses observations continuelles lui auroient fourni assez de riches matériaux.

Buffon a fait connoître, d'après lui, plusieurs quadrupèdes et plusieurs oiseaux d'Afrique. M. Geoffroi qui a décrit *le galago*, espèce fort extraordinaire de la famille des *quadrumanes* nous apprend que M. Adanson le possédoit depuis long-temps. Nous nous sommes assurés qu'il avoit *le sanglier d'Æthiopie* bien avant qu'Allamand et Pallas ne le décrivissent, et ses nombreux portefeuilles sont encore pleins de semblables richesses.

Mais tous ces trésors, et il est douloureux de le dire, M. Adanson lui-même, furent perdus pour la science et pour la société, du moment qu'il se fut entièrement consacré à l'exécution du plan gigantesque dont nous avons parlé.

Si M. Adanson eût été un homme ordinaire, nous terminerions ici son éloge : ses erreurs n'auroient rien d'instructif; mais c'est précisément parce qu'il eut un vrai génie, c'est précisément parce que ses découvertes le mettent dans les premiers rangs de ceux qui ont servi les sciences, qu'il est de notre devoir d'insister sur cette dernière et pénible partie de son histoire. L'utilité principale de ces honneurs que nous rendons aux savans est d'exciter quelques jeunes esprits à mar-

cher sur leurs traces ; mais cet encouragement deviendroit souvent funeste, si, dispensant la louange sans discernement, nous ne signalions aussi les fausses routes où quelques-uns de ces hommes célèbres ont eu le malheur de s'égarer.

Une fois donc que M. Adanson se fut livré à son grand ouvrage, il réserva, pour lui donner plus d'intérêt, tout ce qu'il avoit de faits particuliers et ne voulut plus rien publier séparément.

Craignant de perdre un instant, il se séquestra plus que jamais du monde ; il prit sur son sommeil, sur le temps de ses repas. Lorsque quelque hasard permettoit de pénétrer jusqu'à lui, on le trouvoit couché au milieu de papiers innombrables qui couvroient les parquets, les comparant, les rapprochant de mille manières ; des marques non équivoques d'impatience engageoient à ne pas l'interrompre de nouveau ; lui-même trouva moyen d'éviter jusqu'aux premières visites, en se retirant dans une petite maison isolée et dans un quartier éloigné.

Dès-lors ses idées ne sont plus alimentées, ni redressées par celles d'autrui ; son génie n'agit plus que sur son propre fonds, et ce fonds ne se renouvelle plus ; tous ces germes fâcheux que ses premières habitudes solitaires avoient déposés en lui se développent et s'exaltent ; calculant l'étendue de ses forces par celle de ses projets, il se place autant au-dessus des autres philosophes, que l'ouvrage qu'il veut faire lui paroît au-dessus de ceux qu'ils ont laissés ; on lui entend dire qu'Aristote seul approche de lui, mais de bien loin, et que tous les

autres naturalistes en sont restés à une distance immense. Oubliant que sa méthode ne repose essentiellement que sur les faits acquis, il lui attribue une vertu intérieure pour les faire prévoir, et prétend deviner d'avance les espèces inconnues. *Je possède*, disoit-il, *toutes les grandes routes des sciences; qu'ai-je besoin des sentiers de traverse?* de là mépris profond pour les travaux de ses successeurs, négligence absolue des découvertes modernes, même des objets que les voyageurs rapportent, attachement opiniâtre à ses anciennes idées, ignorance complète de leurs réfutations les plus décisives; enfin inutilité absolue d'efforts si longs, si laborieux, mais si faussement dirigés. Par exemple, quoiqu'il s'occupât des mousses, il ne connoissoit pas encore en 1800, l'existence d'Hedwig, ni aucune des découvertes publiées sur cette classe singulière depuis plus de vingt ans.

Ceux qui avoient occasion d'être les confidens de son état, en souffroient d'autant plus, que tout en le plaignant ils ne pouvoient s'empêcher de l'aimer.

En effet, si une solitude prolongée avoit donné à son esprit une direction malheureuse, cette défiance funeste que la retraite produit si souvent, et qui a troublé le repos de tant de solitaires, n'avoit point pénétré dans son cœur. Ses manières toujours vives étoient aussi toujours bienveillantes; il avoit de lui-même des idées exagérées, mais il ne doutoit point que tout le monde ne les partageât; et au milieu des privations les plus cruelles de sa vieillesse, on ne l'entendoit point accuser les autres.

Il faut avouer cependant qu'il y a eu des momens où il en auroit eu le droit. Sa principale fortune consistoit en deux pensions médiocres, prix de ses travaux au Sénégal et des objets qu'il avoit cédés au cabinet du roi. Les mesures rigoureuses de l'assemblée constituante l'en privèrent, et son isolement ne lui laissa aucun moyen de les faire rétablir. La pension de l'académie lui restoit; cette compagnie étoit d'ailleurs pour lui encore un point de contact avec le monde; elle n'auroit pas cessé de veiller sur son sort; mais elle succomba bientôt dans la ruine générale; un décret de la convention la supprima et dispersa ses membres. Ces hommes dont le nom remplissoit l'Europe, furent heureux d'être restés inconnus aux farouches dominateurs de leur patrie. Ils coururent chercher dans les asiles les plus obscurs quelque abri contre ce glaive épouvantable continuellement suspendu sur tout ce qui avoit eu de l'éclat, et qui n'auroit peut-être épargné aucun d'eux, si les ministres de ses fureurs n'eussent été aussi ignorans qu'ils étoient cruels.

A cette époque où tout manquoit aux plus opulens, on imagine aisément dans quel état dut tomber un septuagénaire déjà infirme, à qui vingt années de vie sédentaire avoient ôté toute relation, toute connoissance des hommes et des choses.

Je n'ai pas le courage de retracer un tableau si affligeant; mais que n'ai-je le talent de peindre son admirable patience, et cette ardeur invincible pour l'étude, à l'épreuve de tout ce que son dénuement eut de plus affreux.

Il sembloit qu'il l'ignorât lui-même; tant qu'il put méditer et écrire, il ne perdit rien de sa sérénité; c'étoit une chose touchante de voir ce pauvre vieillard courbé près de son feu, s'éclairant à la lueur d'un reste de tison, cherchant d'une main affoiblie à tracer encore quelques caractères, et oubliant toutes les peines de la vie, pour peu qu'une idée nouvelle, comme une fée douce et bienfaisante, vînt sourire à son imagination.

Sans doute l'amour de la fortune n'engage point à se livrer aux sciences, et n'en seroit guères digne; la gloire elle-même n'y offre qu'une perspective incertaine; mais qui résisteroit à leur charme intérieur, et à ce bonheur pur, indépendant des hommes et du sort, dont l'histoire des savans présente sans cesse de si étonnans exemples?

Cependant un jour plus doux avoit lui sur la France: la Convention délivrée de ses oppresseurs, avoit abjuré ses barbaries, et l'un des derniers actes de son pouvoir avoit été le rétablissement des Académies en un seul corps, sous le nom d'*Institut*.

Au signal de l'autorité, et après quatre ans de dispersion, ces hommes illustres quittent de toutes parts l'obscurité de leur retraite, et se rassemblent de nouveau. Ce fut une impression ineffaçable que celle de cette première réunion, de ces larmes de joie, de ces questions réciproques et empressées sur leurs malheurs, leurs retraites, leurs occupations, de ces douloureux souvenirs, de tant de confrères victimes des bourreaux, enfin de la douce émotion de ceux qui, jeunes encore, et appelés pour la première fois à siéger à côté des hommes, dont

ils avoient appris depuis si long-temps à respecter le génie, apprenoient aussi par ce spectacle attendrissant à connoître leur cœur.

Néanmoins l'œil inquiet de l'amitié en cherchoit encore quelques-uns, et dans ce nombre étoit Adanson. Ce fut alors seulement qu'on apprit l'état qui causoit son absense.

Il fallut bien que sa retraite s'ouvrît enfin aux soins empressés de ses confrères: il les reçut avec des larmes de reconnoissance. Étonné peut-être autant que touché de notre intérêt, il regretta sans doute qu'en renonçant aux jouissances du monde, il eût aussi compris celles du cœur parmi ses sacrifices.

Non, mes collègues, la science n'exige pas celui-là! les futiles hochets de la vanité, les faveurs trompeuses de la fortune, voilà ce qu'elle nous défend impérieusement de poursuivre, et sans doute vous ne la trouvez pas en cela bien sévère! Peut-être nous ordonne-t-elle encore de sacrifier les petites louanges du monde à la véritable gloire dont le grand nombre est si rarement digne d'être juge. Mais je vous en atteste tous! les lumières et l'estime réciproque ne font que rendre plus doux les liens qui unissent les hommes instruits, et l'amitié est la seule jouissance à laquelle cette noble élite de l'humanité ne renonceroit pas, même pour l'assurance d'obtenir un jour des honneurs tels que ceux-ci.

Une juste reconnoissance nous oblige de déclarer que dès l'instant où le gouvernement eut été instruit de la position de M. Adanson, tous les ministres qui se sont

succédés, se sont fait un devoir de montrer par son exemple, que l'état n'abandonne pas la vieillesse de ceux qui ont consacré leur vie à l'utilité publique : la munificence impériale elle-même n'a pas dédaigné d'adoucir ses derniers momens.

Mais tous ces soins bienveillans n'ont pu arrêter les effets de l'âge et des infirmités aggravées pendant quatre années si pénibles, et si nous avons encore eu le plaisir de recevoir quelquefois M. Adanson dans nos assemblées, nous n'avons pas eu celui de le voir prendre une part active à nos travaux communs.

Il a supporté ses maux comme il avoit supporté sa pauvreté ; plusieurs mois en proie aux douleurs les plus cuisantes, les os ramollis, une cuisse cassée par suite d'une carie, on ne lui entendoit pas pousser un cri. Le sort de ses ouvrages étoit l'unique objet de sa sollicitude.

La mort a mis fin à l'état le plus douloureux, le 3 août de l'année dernière.

Il a demandé par son testament qu'une guirlande de fleurs prises dans les 58 familles qu'il avoit établies, fût la seule décoration de son cercueil : passagère, mais touchante image du monument plus durable qu'il s'est érigé lui-même.

Quelque ami des sciences ne manquera point sans doute à lui en élever bientôt un autre, en se hâtant de rendre public tout ce que ses immenses recueils contiennent encore de neuf et d'utile.

ÉLOGE HISTORIQUE

DE M. BRISSON,

Par M. Delambre, secrétaire perpétuel.

Lu à la séance publique du 5 janvier 1807.

Mathurin-Jacques Brisson, de l'Académie royale des sciences, maître de physique et d'histoire naturelle des enfans de France, professeur de physique expérimentale au collège de Navarre, censeur royal, et depuis membre de l'Institut et professeur de physique aux écoles centrales et au lycée Bonaparte, naquit le 3 avril 1723, de Mathurin Brisson, président à Fontenai-le-Comte, et de Louise-Gabrielle Jourdain.

La même ville a vu naître Barnabé Brisson, président du parlement de Paris, célèbre par son savoir, par son dévouement à la cause royale et par sa fin tragique. La double conformité de nom et de patrie nous suffiroit pour conjecturer avec beaucoup de vraisemblance que les Brissons qu'on a vus dans le parlement jusqu'aux derniers jours de cette compagnie, et ceux qui avoient continué d'exercer dans la province des magistratures moins connues, ne formoient qu'une même famille;

mais l'*Encyclopédie méthodique* au mot *Fontenai* , ne laisse aucun doute sur ce point, qui m'est confirmé par une note de M. Brisson même. Ce n'est plus le temps d'insister beaucoup sur une parenté dont notre confrère a pu s'honorer , mais fort indifférente à la postérité qui ne faisant attention qu'au mérite personnel , placera sans doute sur une même ligne le savant auteur du livre *des Formules* , et l'académicien à qui nous devons tant de travaux dont le but constant a été l'instruction publique et l'avancement des sciences.

M. Brisson montra dès son enfance un goût très-vif pour l'histoire naturelle ; cette inclination dut naître ou du moins se développer dans la société de Réaumur qui passoit les automnes dans une terre voisine de Fontenai, et dans laquelle il recevoit le jeune Brisson pendant toute la durée des vacances. Une circonstance aussi heureuse et si propre à déterminer sa vocation ne l'empêcha pourtant pas de se livrer à une étude bien différente , il se crut appelé à l'état ecclésiastique; il reçut la tonsure et s'occupa de théologie avec tant de ferveur et de succès , que son évêque lui offrit le sous-diaconat lorsqu'il ne se présentoit que pour les ordres connus sous le nom des *quatre moindres*.

Un témoignage d'estime aussi flatteur auroit pu séduire un jeune homme d'un esprit moins réfléchi. M. Brisson demanda le temps nécessaire pour mieux constater sa vocation , et vint à Paris au séminaire de Saint Sulpice. Compris en 1747 sur la liste de ceux qui devoient être admis au sous-diaconat , il se rendit avec

eux à l'archevêché. Là les scrupules qui lui avoient fait redouter un engagement irrévocable se présentèrent à son esprit avec plus de force, et l'effrayèrent au point qu'il ne vit qu'une prompte fuite qui pût le sauver du danger, il s'évada pendant la cérémonie et revint sans partage aux études qu'il avoit interrompues. L'académicien illustre qui avoit accueilli son enfance avec tant de bonté, lui ouvrit bientôt une carrière dans laquelle il devoit trouver un avancement et une considération aussi réelle qui ne seroit pas achetée par un sacrifice aussi sujet au repentir.

Nous lisons dans l'éloge de Réaumur que ce savant avoit la direction du laboratoire chimique de l'académie, et que le traitement qu'il recevoit à ce titre il l'employoit constamment à entretenir quelque jeune homme de grande espérance qui pût l'aider dans ses nombreux travaux. Nous ne voyons pas bien clairement ce que ce laboratoire ainsi dirigé a fait pour l'avancement de la chimie proprement dite; mais c'est un fait digne de remarque qu'il a fourni à l'Académie cinq membres d'un mérite reconnu.

Le premier fut Henri Pitot que Réaumur s'attacha en 1723, quoiqu'il ne fût encore connu que comme géomètre, et qui dès l'année suivante fut admis à l'Académie en qualité de mécanicien. On parut étonné de ce choix, peu de personnes soupçonnoient alors, mais Réaumur avoit pressenti déjà ce qui n'a été prouvé que de nos jours, c'est-à-dire combien l'exactitude et la précision géométrique et l'esprit d'analyse pouvoient être

utiles à la science chimique pour la tirer du chaos où elle étoit encore.

Le second de ces élèves fut l'abbé Nollet remplacé presque aussitôt par Guettard que cet utile secours dispensa de retourner auprès d'un oncle qui le rappeloit pour exercer après lui les fonctions utiles mais obscures de pharmacien à Étampes.

Guettard entré à l'académie eut pour successeur l'anatomiste Hérissant connu depuis par un travail curieux sur l'ossification, et qui, devenu lui-même académicien en 1748, laissa enfin la place à M. Brisson, le dernier de ces élèves, qui tous se sont fait un nom, mais dont aucun ne s'est attaché spécialement à la chimie.

Les travaux de M. de Réaumur étoient plus particulièrement dirigés vers l'histoire naturelle. M. Brisson retrouva chez lui les objets de ses premières affections. Chargé de mettre en ordre un riche cabinet confié à ses soins, il fit choix du plan qui devoit le plus faciliter les recherches et déterminer d'avance la place des objets qui manquoient encore à la collection.

Dans cette vue il devoit s'attacher principalement aux qualités extérieures et aux caractères les plus faciles à distinguer.

Il commença par le règne animal qu'il divisa en neuf classes d'après le plus ou moins d'analogie qu'il y remarquoit avec l'homme. Il donna les deux premières dans un ouvrage qui parut en 1756 sous le titre de *Règne animal*; il y décrit les quadrupèdes et les cétacées, et il y développe son système qui est extrêmement simple.

Toutes ses descriptions tracées sur le même plan, sont exprimées dans les mêmes termes, afin de rendre les comparaisons plus faciles. Il y rassemble le nom de chaque animal dans toutes les langues et suivant les différens auteurs qui en ont parlé. Cette synonymie ainsi que les tables alphabétiques qui terminent chaque classe, sont une des principales richesses d'un ouvrage que l'auteur ne publioit que pour se préparer à une description plus complète et plus approfondie du cabinet de Réaumur.

La troisième classe parut en 1760, sous le titre d'*Ornithologie*, en six volumes, enrichie d'un grand nombre de belles planches toutes gravées d'après nature. Dans sa préface l'auteur passe en revue ceux qui l'ont précédé dans la même carrière, et les juge avec cette sévère franchise qui a fait de tout temps un des traits les plus remarquables de son caractère, et qui se retrouve dans tous ses écrits comme elle étoit dans tous ses discours.

Pendant que M. Brisson travailloit à cet ouvrage il eut la douleur de perdre M. de Réaumur dont il étoit le disciple et l'ami. A la mort de ce savant sa collection fut réunie au cabinet du roi, et pour continuer son travail M. Brisson dut s'adresser à MM. de Buffon et d'Aubenton, l'un intendant et l'autre démonstrateur de ce cabinet. Mais il ne trouva pas auprès d'eux toutes les facilités dont il avoit pu se flatter, et il renonça pour toujours à l'histoire naturelle.

Nous ignorons les motifs qui ont porté deux savans aussi distingués à refuser à leur confrère, car M. Brisson

étoit entré à l'académie en 1759, la satisfaction d'achever un ouvrage qui ne pouvoit faire aucun tort à celui qu'ils avoient eux-mêmes commencé sur un plan plus vaste, plus utile, et qui intéressant un plus grand nombre de lecteurs, n'avoit rien à redouter d'une description nécessairement un peu sèche, puisqu'elle étoit bornée aux qualités extérieures, et dans laquelle ils auroient pu trouver des renseignemens qui auroient abrégé la partie mécanique de leur travail.

Quoi qu'il en soit, M. Brisson, forcé de renoncer à la science pour laquelle il s'étoit senti le goût le plus vif, accepta la proposition que lui fit l'abbé Nollet de s'appliquer à la physique expérimentale à laquelle il se livra depuis tout entier.

Devenu ainsi l'élève, l'ami et bientôt après le survivancier de Nollet dans ses places de professeur au collège de Navarre et auprès des enfans de France, M. Brisson se trouvoit dans des circonstances assez délicates.

L'abbé Nollet après avoir long-temps joui d'une réputation brillante qu'il devoit à la clarté, à la facilité de ses démonstrations, à l'art avec lequel il exécutoit et varioit ses expériences, et peut-être aussi à la nouveauté des phénomènes électriques, eut le malheur d'imaginer, et le malheur plus grand de soutenir avec opiniâtreté un système des effluences et affluences ou de deux courans qui par leurs directions opposées lui paroissoient propres à expliquer les effets les plus étonnans de l'électricité, mais qui n'a jamais obtenu l'assentiment des physiciens.

Une doctrine étoit venue qui se recommandoit par une plus grande simplicité, par des dénominations qu'elle avoit empruntées de la géométrie et qui sembloient annoncer la précision et l'exactitude qui sont l'apanage presque exclusif de cette science. Cette doctrine expliquoit d'une manière satisfaisante un des phénomènes les plus étonnans, celui de la bouteille de Leyde; enfin son auteur en avoit fait une application heureuse autant que hardie en armant nos édifices d'appareils propres à les garantir de la foudre. L'abbé Nollet qui long-temps auparavant avoit reconnu l'analogie du tonnerre et de l'électricité, ne voulut pourtant jamais convenir de l'utilité des moyens préservatifs que vantoient les partisans de Franklin. Au contraire il employoit toute son adresse et la grande habileté qu'il avoit dans l'art des expériences pour combattre le système qui avoit renversé celui des deux courans; ses efforts qu'on attribuoit à l'entêtement et à l'amour propre blessé, lui avoient fait perdre en grande partie la considération dont il avoit long-temps joui. Son élève et son ami donnant des leçons à sa place et sous ses yeux, ne pouvoit guère embrasser une doctrine opposée à la sienne, et en défendant une cause qui paroissoit insoutenable, il risquoit de se nuire à lui-même dès les premiers pas qu'il faisoit dans la carrière.

La conduite de M. Brisson fut loyale et franche, et telle qu'elle convenoit à son caractère; en répétant dans ses cours les expériences sur lesquelles étoit fondée principalement la doctrine de son maître et de son ami, en

portant tous les coups possibles à la théorie du docteur américain, il exposoit avec la même bonne foi et présentoit sans réserve et dans toute leur force les raisonnemens et les expériences qui paroissoient les plus décisives pour le système qu'il combattoit. Cette théorie reçue d'abord avec tant de faveur, attaquée et défendue avec tant de passion, ne soutint pas l'épreuve d'un calcul rigoureux ; elle fut abandonnée sans trouble et sans éclat pour une autre doctrine qui n'a pu elle-même opérer encore une conviction bien intime, et qui n'est regardée que comme une hypothèse ingénieuse et commode qui plus que toute autre se prête au calcul des phénomènes.

Cette révolution justifia la conduite de M. Brisson qui, malgré son penchant pour la doctrine du physicien français, s'étoit maintenu presque neutre, et a constamment pensé qu'il ne falloit pour le présent que recueillir et constater les faits en laissant la recherche des causes à la postérité qui, dit-il, ne les connoîtra peut-être jamais mieux que nous.

Cette impartialité dont nous faisons honneur à M. Brisson, et qu'ont pu applaudir comme nous ceux qui ont suivi ses cours du vivant même de l'abbé Nollet ne brille pourtant pas, il faut l'avouer, dans une traduction de l'histoire de l'électricité de Priestley qu'il fit paroître en 1771. Jamais traducteur n'a moins mérité le reproche d'adoration ou d'engouement pour son auteur original. M. Brisson paroît au contraire n'avoir entrepris son travail que pour venger Nollet, attaquer Franklin et rabais-

ser l'historien devenu depuis si justement célèbre mais qui alors étoit peu connu, qui lui-même avoit montré peut-être une prédilection trop grande pour les physiciens de sa nation, n'avoit mis rien de neuf, rien de lui dans une histoire qui malgré un mérite réel est peut-être le plus foible de ses titres à l'estime des savans.

En relisant aujourd'hui les notes qui accompagnent cette traduction, on voudroit en effacer quelques expressions trop peu mesurées, toujours peu convenables et surtout quand on les voit appliquées à l'auteur de tant de découvertes heureuses. On diroit que M. Brisson l'avoit pressenti lui-même, car de tous ses ouvrages cette traduction est le seul auquel il n'ait point attaché son nom.

Les fonctions de professeur n'empêchoient pas M. Brisson de payer son tribut d'académicien en mettant dans presque tous les volumes de nos mémoires l'exposé de ses recherches particulières ; il essaya d'expliquer dans le système de Nollet les phénomènes des trombes qu'on a voulu depuis ramener à l'électricité positive et négative. On ne doit pas s'étonner si ces diverses explications sont un peu vagues ; les occasions d'observer ce terrible météore sont heureusement assez rares, et quand on le trouve sur son chemin on est bien plus empressé de l'éviter que de l'analyser et de le comprendre.

En cherchant à déterminer les différentes densités de l'esprit de vin plus ou moins mélangé d'eau, il fut conduit à ce résultat qui pouvoit alors sembler para-

doxal qu'on ne pouvoit regarder l'eau comme un élément, et sa raison étoit qu'elle lui paroissoit composée de parties hétérogènes. Il eut part avec MM. Trudaine, Macquer, Cadet et Lavoisier, aux expériences qu'on fit avec la grande lentille de Bernière sur la fusibilité des métaux, la combustion du diamant, et la différente réfrangibilité des rayons qui composent la lumière.

Il fit des expériences avec M. Cadet pour prouver, contre l'opinion de Beccaria, que le fluide électrique ne jouit pas de la propriété de révivifier les chaux métalliques ;

Des observations sur le pouvoir réfringent des différentes liqueurs simples ou composées qu'on pourroit substituer au flint-glass dans la construction des lunettes achromatiques ;

La comparaison des différentes espèces d'acier plus ou moins susceptibles de magnétisme ;

Enfin des observations suivies sur une espèce de limaçon qui, à mesure que sa coquille acquiert de nouvelles spires, se débarrasse des spires plus anciennes qui nuiroient à ses mouvemens. Par un vernis dont il enduisoit la coquille, M. Brisson étoit parvenu à lui donner une consistance capable de résister assez long-temps aux efforts que l'animal faisoit pour la rompre.

Nous ne faisons qu'indiquer tous ces mémoires, mais nous devons nous arrêter plus long-temps à celui qu'il donna en 1772 sur la pesanteur spécifique des métaux, c'est-à-dire sur le poids d'un volume donné d'or, par exemple, comparé au poids d'un volume égal d'eau dis-

tillée. Il est très-aisé de s'assurer que le volume d'or pèsera 19 fois environ le volume pareil d'eau. Mais quand on veut mettre dans cette recherche une grande exactitude, il faut employer des attentions très-scrupuleuses qu'il seroit trop long de détailler; ceux qui les connoissent pourront juger quelle a été la patience et le zèle du physicien qui a soumis à de pareils examens environ mille substances différentes dont chacune n'a pas demandé moins de deux ou trois opérations du même genre, suivies d'autant de calculs plus fastidieux en raison même de ce qu'ils sont plus faciles et plus uniformes. Plusieurs physiciens, et entre autres le célèbre Muschenbroek, avoient donné de ces tables de pesanteur, mais elles étoient trop incomplètes et trop inexactes pour les besoins de la physique et même pour ceux des arts. M. Brisson qui avoit reconnu ces inexactitudes, recommença tout le travail et s'en occupa pendant vingt ans. Il comptoit d'abord le donner par parties dans les Mémoires de l'académie; mais sa table s'étant accrue bien au-delà de ses premières espérances, elle mérita de faire un traité à part, et M. Brisson le publia en 1787. C'est un de ces ouvrages longs et utiles dont tout le monde profite, et que peu de personnes osent entreprendre. C'étoit pour lui un motif de plus; il préféra toujours la certitude d'être utile à la recherche incertaine de découvertes qui auroient pu lui promettre plus de gloire en cas de réussite, mais aussi qui auroient en vain consumé son temps et sa peine si elles avoient été moins heureuses.

Après un pareil ouvrage où il avoit eu tant d'occasions

de sentir les incommodités sans nombre de notre ancien système métrique, on doit peu s'étonner qu'il ait été l'un des partisans les plus empressés du nouveau. A peine la proposition en avoit été faite à l'Assemblée constituante que M. Brisson lut à l'Académie un mémoire où il proposoit pour unité de mesure la longueur du pendule déterminée par M. de Mairan, et pour unité de poids la 64ᵉ partie du nouveau pied cube d'eau distillée. Son but étoit de se rapprocher autant qu'il étoit possible des mesures usitées à Paris, sacrifiant ainsi la plus grande perfection de la réforme à la facilité passagère qu'on auroit trouvée à la faire adopter. Il prenoit en même temps l'engagement de traduire dans la nouvelle langue toute sa table des pesanteurs dès que les nouvelles mesures seroient décrétées. Si nous devons lui savoir gré de cette nouvelle marque de dévouement, il dut en savoir bien davantage à ceux qui par le choix de l'unité première et par sa division toute décimale l'avoient dispensé d'un travail aussi ingrat. En effet la conversion qu'il proposoit se trouve toute faite dans son livre, les nombres qu'il y a donnés pour exprimer la pesanteur spécifique sont tout naturellement les poids du décimètre cube de toutes les substances exprimées en décigrammes.

Quand l'Académie fut chargée de tous les travaux relatifs au nouveau système, M. Brisson fut nommé avec MM. Tillet et Vandermonde pour comparer avec la toise et la livre de Paris, toutes les mesures de longueur, de superficie ou de capacité, et tous les poids

usités en France. Travail immense (dit avec raison l'historien de l'Académie), et dans lequel le patriotisme soutiendra leurs forces. M. Brisson s'y livra seul avec ce zèle dont il avoit déjà donné tant de preuves. Ce projet n'eut pourtant pas son entière exécution. On laissa depuis à chaque département le travail de ces comparaisons qui pouvoient s'y faire presque aussi bien et à moins de frais ; mais M. Brisson s'en étoit longtemps occupé, et ce travail obscur autant que pénible auroit dû lui faire trouver grace aux yeux de ceux qui en décembre 1793 rayèrent de la liste de la commission des mesures tous les membres dont ils ne crurent pas avoir un besoin indispensable pour achever l'opération. M. Brisson qui pouvoit avoir hérité de son aïeul une partie de son attachement à la cause des rois, étoit d'ailleurs trop sincère et trop franc pour n'avoir pas laissé voir qu'il étoit bien loin d'approuver sans réserve tout ce qui se faisoit alors. Il fut donc rayé quoique plus nécessaire que jamais pour l'exécution du nouveau plan qu'on vouloit réaliser avec une célérité révolutionnaire. Réintégré en 1795, il fut chargé de faire avec Borda l'étalon provisoire du mètre, il reprit sa comparaison des mesures ; et ses résultats déposés au bureau de l'agence ont été d'une grande utilité pour la confection des tables et des instructions publiées par le ministère de l'intérieur.

Tous les travaux dont nous avons rendu compte sont de nature, les uns à rester presque inconnus, et les autres à n'avoir qu'un petit nombre de juges et même de

lecteurs ; il nous reste à parler des ouvrages élémentaires qu'il a composés pour être plus utile à ceux qui suivoient ses cours. Ces ouvrages sont principalement un traité et un dictionnaire de physique dont il a vu plusieurs éditions, et qui ont été traduits en plusieurs langues.

Tous les livres destinés à l'instruction publique, quand ils ont pour auteur un savant connu, ont toujours un débit assuré du moins pendant la vie du professeur. Très-difficiles à bien faire, quand ils seroient excellens pour le temps où ils paroissent, le progrès journalier des sciences ne tarde pas à les rendre incomplets, alors ils ne sont guères lus que par ceux qui travaillent à les faire oublier. De tous les livres de ce genre, celui d'Euclide, le seul à peu près qui nous reste des anciens, est aussi le seul que l'on cite souvent, qu'on reproduise quelquefois, mais il a été remplacé. Si tel est le sort des élémens d'une science qui seule peut prétendre à l'immutabilité, quel doit être celui des traités élémentaires dans les sciences moins certaines, dans celles qui ne sont pas faites, ou qui comme la physique n'ont de complètes que les parties sur lesquelles l'expérience ne paroît plus avoir rien à nous apprendre, et qu'on a pu soumettre à un calcul exact? On cite encore Sgravesende, Desaguliers, Musschenbrock et Nollet ; mais qui les enseigne? Un sort pareil est réservé nécessairement aux ouvrages élémentaires de M. Brisson, mais ils ont servi long-temps à répandre les connoissances acquises, ils ont été utiles, ils peuvent l'être encore, et l'auteur a déclaré lui-même que ce prix suffisoit pour le dédommager de toutes ses peines.

En voyant de la même main un dictionnaire et un traité sur le même sujet, on sera tenté de croire que c'est exactement le même ouvrage présenté sous deux formes un peu différentes. Sans doute il est plus d'un article où l'auteur a dû se répéter, mais la différence des plans en amenoit une assez grande en certaines parties; tel article qui n'a pu trouver place dans le traité, ou n'a pu y recevoir les développemens dont il étoit susceptible, entroit nécessairement dans le dictionnaire où l'auteur a pu insérer bien des notions d'astronomie, d'histoire naturelle, ainsi que beaucoup d'autres connoissances qui sans être précisément parties intégrantes et nécessaires d'un dictionnaire de physique, y tiennent du moins d'assez près pour qu'on soit bien aise de les y rencontrer. Mais ce qui se remarque également dans les deux ouvrages, c'est un style simple et clair, un ordre méthodique, un jugement sain, un ton de candeur et d'impartialité, un aveu sincère de ce que l'auteur ignore qui peut donner quelque poids à ce qu'il présente comme moins incertain.

Il s'est peint lui-même à l'article *Physique expérimentale.* « Si la retenue et la circonspection, nous » dit-il, doivent être un des principaux caractères du » physicien, la patience et le courage doivent le sou- » tenir dans son travail; on ne doit pas trop se hâter » d'élever entre la nature et l'esprit humain un mur » de séparation; en nous méfiant de notre industrie, » gardons de nous en méfier avec excès. Un système » quoique faux a souvent produit de grands biens, mais

» un trop grand attachement à un système qu'on a » enfanté, a produit souvent de grands maux à la » science dont il a retardé les progrès. » Ces maximes ont fait la règle constante de sa conduite ; mais cette retenue si sévère ne l'empêchoit pas d'aller au-devant de toutes les nouveautés utiles ; il pouvoit à bon droit s'appliquer le vers de Solon,

« Et je vieillis en apprenant sans cesse. »

Il applaudit avec zèle à la révolution qui s'est opérée de nos jours dans la chimie. Dans sa jeunesse il s'étoit bientôt dégoûté de cette science où *il ne voyoit aucune base capable de fixer ses idées.* Sa première ferveur se ranima dès qu'*il vit des observations mieux faites et des résultats plus satisfaisans.* Il donna à cette étude tout le temps dont il pouvoit disposer ; il rendit un témoignage éclatant aux talens et aux succès de confrères beaucoup plus jeunes que lui, et qu'il avoit vu entrer à l'Académie quand il en étoit déjà l'un des doyens ; enfin c'est par un traité de chimie élémentaire destiné à ses élèves de l'école centrale, qu'il a terminé une carrière remplie par cinquante ans de travaux utiles.

Toute la vie de M. Brisson est renfermée dans ses ouvrages. Il la passa presque entière dans son cabinet ou à l'Académie. Il étoit fort assidu à nos séances dont il ne s'est absenté que la dernière année de sa vie.

Une attaque d'apoplexie venue à la suite d'une longue et dangereuse maladie, parut avoir effacé toutes ses idées, les connoissances qu'il avoit amassées par un

travail si long et si assidu, tous ses souvenirs et même celui de langue française, il ne prononçoit plus guères que quelques mots de l'idiôme Poitevin qu'il avoit parlé dans son enfance. Après un intervalle de quatre-vingts ans il se retrouvoit au point d'où il étoit parti, ses derniers jours ont ressemblé aux premiers. Exempt de trouble et d'inquiétude il sortit de la vie comme il y étoit entré, sans crainte, sans espérances et peut-être sans trop s'en apercevoir lui-même. Il mourut le 23 juin 1806, et il a été remplacé par M. Gay-Lussac.

ÉLOGE HISTORIQUE
DE M. COULOMB,

Par M. Delambre.

Lu à la Séance publique du 5 janvier 1807.

Charles-Augustin Coulomb, lieutenant-colonel au corps du génie, chevalier de Saint-Louis, membre de l'académie des Sciences, et ensuite de l'Institut et de la Légion d'honneur, et l'un des inspecteurs généraux des études, naquit le 14 juin 1736, à Angoulême, d'une famille qui s'étoit distinguée dans la magistrature à Montpellier.

Amené de bonne heure à Paris, il y prit pour les sciences mathématiques un goût si décidé qu'il vouloit s'y consacrer entièrement; mais trouvant quelques obstacles à l'exécution de ce projet, il entra dans le corps du génie militaire, où du moins il espéroit faire servir à son avancement les connoissances qui étoient son unique passion; et pour arriver plus promptement au terme qu'il fixoit à son ambition, il voulut passer en Amérique. Il y fut employé par le gouvernement aux constructions les plus importantes. Des travaux pénibles sous un ciel brûlant altérèrent bientôt sa santé. Les

maladies cruelles dont il fut attaqué, et qui avoient été fatales à tous ses compagnons de service, lui firent désirer de revoir la France. Ses chefs le retinrent par les grades auxquels ils le firent élever, et par des espérances qui ne furent pas toutes réalisées. Il revint enfin après neuf ans d'absence. Jusqu'alors il s'étoit donné sans réserve aux travaux de son état. Cet esprit de recherches, d'expériences et de calcul qui l'ont si éminemment distingué, il n'avoit pu l'appliquer qu'aux moyens d'exécuter avec plus d'économie et de solidité les constructions qu'il avoit à diriger. Ses observations et la théorie qui l'avoient guidé firent la matière d'un mémoire qu'il lut à l'académie des sciences, et qui lui mérita le titre de correspondant.

Vers le même temps il donna les moyens d'exécuter sous l'eau toute sorte de travaux hydrauliques sans aucun épuisement; il rendit compte de ses observations sur une espèce de moulin qui lui avoit paru la plus propre à comparer l'effort du vent, l'effet utile et la perte opérée par les frottemens.

Nous rapporterons à cette époque un mémoire qu'il n'a pourtant publié que 25 ans après, mais qu'il avoit lu à l'académie dès 1775, et dans lequel il évaluoit la quantité d'action que les hommes peuvent fournir par leur travail journalier suivant les différentes manières dont ils emploient leurs forces. Le but de ces recherches, reprises à différentes époques de sa vie, étoit de diminuer la fatigue des hommes lorsqu'ils sont réduits à ne servir que comme simples machines.

En 1779 il avoit partagé avec M. van Swinden le prix proposé par l'Académie pour la meilleure construction des boussoles ; et deux ans après il remporta le prix proposé par la même académie sur la théorie des machines simples.

Amontons avoit publié quelques recherches sur le même sujet ; mais des expériences faites en petit dans un cabinet de physique, étoient trop insuffisantes pour évaluer les frottemens des machines destinées à porter des poids énormes. La première chose à faire étoit donc d'imaginer des appareils que l'on pût à volonté charger des poids les plus considérables, et qui permissent de varier les essais, de calculer les efforts et les pertes, d'observer les frottemens de différens corps glissant les uns sur les autres, en différens sens, à sec ou enduits de substances onctueuses, avec une vitesse acquise, ou dans l'instant où il faut les tirer d'un repos plus ou moins prolongé.

M. Coulomb, qui alors habitoit Rochefort, y trouva dans les arsenaux de la marine et dans la bienveillance du commandant, M. la Touche-Tréville, tout ce qui pouvoit faciliter des recherches aussi neuves qu'importantes. L'Académie en le couronnant lui témoigna une satisfaction égale de sa théorie et de ses expériences.

Ces deux pièces portoient déjà le caractère que M. Coulomb sut imprimer à tous ses ouvrages. Dans l'une comme dans l'autre on le voit d'abord attentif à interroger la nature ; à saisir et bien constater quelque fait important ; chercher ensuite dans la mécanique rationnelle les formules les plus propres à lier les faits isolés ; consulter de

nouveau l'expérience et la varier de toutes les manières propres à faire ressortir et déterminer les constantes de ses formules et les quantités qui peuvent varier suivant la nature des substances qu'il soumettoit à l'expérience.

On a dit de tous ceux qui se sont distingués par des vues nouvelles, que le germe de toutes leurs découvertes étoit dans leur premier ouvrage; que leurs autres productions n'ont été que le développement d'une première idée riche et féconde. Nous allons voir une nouvelle preuve de cette remarque dans tous les travaux qui ont rangé M. Coulomb parmi ceux qui ont le plus avancé la physique.

Dans le concours sur les boussoles, un de ses antagonistes indiquoit un moyen pour éluder les effets de la torsion, c'est-à-dire de la résistance que la roideur du fil de suspension oppose à la force du magnétisme qui attire l'aiguille dans une direction constante.

M. Coulomb s'appliquoit à bien connoître ces effets de la torsion; il indiquoit dès-lors une machine propre à les mesurer avec précision. Mais il ne put trouver en province un artiste capable d'exécuter ce qu'il avoit conçu; et cette première idée, énoncée sans développement et sans preuve, n'a que peu contribué, sans doute, au succès qu'il obtint. Il étoit difficile de bien apprécier tout ce que renfermoit ce premier aperçu, tout ce qui devoit naître de cette conception nouvelle.

En 1781, M. Coulomb obtint de faire son service à Paris, l'Académie s'empressa de l'admettre au nombre de ses membres, et dès-lors toutes ses pensées se tour-

nèrent vers les recherches de magnétisme et d'électricité qui ont fait sa gloire, et l'une des richesses du *Recueil de l'Académie*, où il rendit compte de tous ses travaux et de ses découvertes successives.

Pour apprécier justement les services qu'il a rendus à la physique et les avantages de sa méthode, portons un coup d'œil rapide sur l'état de la science à différentes époques.

Les anciens ne connoissoient de la physique que le nom seul. Il suffit pour s'en convaincre de lire, si l'on peut, les traités nombreux d'Aristote, tant sur la physique en général que sur le ciel, sur la génération et la corruption et sur les météores. Que remarque-t-on dans tous ces écrits que des dissertations sans fin sur l'espace, le temps, les principes et les élémens? quel fruit peut-on retirer de cette métaphysique obscure et inintelligible?

Que peut-on apprendre dans un traité plus court où Plutarque a rendu aux philosophes grecs le mauvais service de rassembler en un cadre plus étroit toutes leurs opinions ou plutôt leurs rêves, comme s'il avoit voulu, par ce rapprochement, en faire mieux sentir le ridicule? Qu'y voit-on, si ce n'est que contens d'avoir observé d'un regard inattentif quelques phénomènes qui leur avoient fourni matière à exercer leur imagination, ils n'avoient su inventer aucune de ces machines ingénieuses qui servent à interroger la nature; ensorte qu'à l'exception de quelques vérités lumineuses répandues dans les écrits d'Archimède, sans ses inventions et celles

de quelques mécaniciens-géomètres d'Alexandrie (et entre autres de Héron, dont le nom est encore porté par une machine curieuse qui se trouve dans tous les cabinets de physique), on seroit bien embarrassé de trouver dans leurs écrits quelques lignes à transporter dans les traités modernes où leur nom ne peut être cité qu'à l'occasion de leurs erreurs.

On voit donc la cause du peu de progrès des anciens dans la physique; ils ne la traitèrent qu'en métaphysiciens.

Pourquoi eurent-ils plus de succès en astronomie? c'est qu'ils sentirent de bonne heure la nécessité d'y appliquer les instrumens convenables, l'observation et le calcul.

L'heureuse application de la géométrie à l'une des branches les plus importantes de la physique, indiquoit la route à suivre pour perfectionner pareillement toutes les autres. C'est en effet celle que prit Galilée à la renaissance des lettres et des sciences.

C'est dans la géométrie qu'il trouva des moyens ingénieux et nouveaux pour mesurer la chute des corps.

Le pendule, le baromètre, la machine pneumatique et le prisme agrandirent le champ de l'expérience, le livre des principes mathématiques assit la science sur ses véritables bases, et l'on sentit qu'elle ne pourroit se perfectionner, qu'autant que l'on réussiroit à porter dans ses parties les plus obscures, le double flambeau de l'expérience et du calcul.

Sgravesende essaya de composer un cours complet de

physique-mathématique, mais le magnétisme et l'électricité ne purent entrer dans son plan. L'électricité ne faisoit que de naître, etl e magnétisme étoit trop peu avancé.

Æpinus est le premier qui les soumit à l'analyse; il s'appliqua principalement à expliquer les effets connus; sa marche étoit encore un peu incertaine; il négligea trop souvent de vérifier par l'expérience tout ce qui résulteroit de son calcul.

C'est en les éclairant l'un par l'autre, en les entremêlant habilement que M. Coulomb fut conduit aux vérités inconnues dont il enrichit la physique.

Dès les premiers pas il sentit le besoin d'un instrument nouveau. Les attractions, soit électriques, soit magnétiques, si vives près du contact, languissent ou cessent entièrement à des distances médiocres. Pour en avoir la mesure exacte, il falloit leur opposer une force connue dont elles pussent aisément triompher, un corps léger auquel le moindre effort fût capable d'imprimer un mouvement assez grand, mais dont on pût cependant évaluer jusqu'aux portions les plus insensibles. M. Coulomb imagina de chercher cette force dans la résistance presque imperceptible que le fil le plus flexible oppose à la main qui veut le tordre. Il s'assura que cette résistance croît uniformément avec le nombre des tours donnés au fil, ou, pour parler le langage de la science, qu'elle est proportionnelle à l'angle de torsion. Dès-lors il fut en possession de l'instrument désiré. C'est par ce moyen aussi simple qu'il sut mettre en évidence une

loi qui avoit échappé à toutes les recherches des physiciens. Il montra par les expériences les plus faciles et les plus convainquantes que les attractions et les répulsions suivent la raison inverse du carré des distances. Cette loi fut aussitôt admise par tous les physiciens, qui pour la plupart l'avoient pressentie. Æpinus qui en a souvent employé une autre dans ses calculs, la jugeoit cependant la plus probable que l'on pût imaginer; mais il ne put trouver les moyens de se la démontrer à lui-même : cette gloire étoit réservée à M. Coulomb.

Après ces découvertes par lesquelles il avoit en quelque sorte pris possession de deux branches importantes de la physique, nous allons voir M. Coulomb employer le reste de sa vie à cultiver le domaine qu'il avoit conquis.

La loi qu'il avoit démontrée lui devoit être d'un grand secours dans tous ses calculs et dans ses expériences ultérieures; mais elle ne suffit pas. Il faudroit y joindre la connoissance intime de la nature et des propriétés essentielles de ces agens merveilleux dont nous ne disposons pas tout-à-fait à volonté. Æpinus étoit parvenu à représenter les principaux phénomènes par la supposition d'un fluide, dont les molécules auroient la double propriété de se repousser mutuellement, et d'être attirées par les molécules des corps : mais il étoit obligé de supposer pareillement aux particules de ces corps une répulsion difficile à concilier avec des notions qu'il n'est plus permis de révoquer en doute.

L'hypothèse d'un double fluide imaginée par Symmer, employée par Wilke et Brugman, moins simple au pre-

mier coup-d'œil, ne renferme du moins rien qui contredise des principes incontestables. M. Coulomb l'adopta de préférence pour base de tous ses calculs.

Pour mettre cette hypothèse à l'abri de toute objection, pour nous réconcilier tout-à-fait avec cette combinaison d'attractions et de répulsions qu'elle présente, il seroit bien à désirer qu'on pût, par des expériences directes, nous démontrer l'existence encore problématique de ces doubles fluides. Ils ne sont indiqués jusqu'ici que par le calcul, ils peuvent rendre raison des phénomènes, mais rien ne démontre que l'on n'en puisse trouver une explication plus simple.

Quand les premiers astronomes voulurent calculer le mouvement inégal du soleil, ils trouvèrent deux hypothèses également propres à satisfaire à leurs observations. La marche doublement inégale des planètes exigea la réunion des deux hypothèses en une seule qui même se trouvoit insuffisante pour les planètes très-excentriques, telles que Mars et Mercure. Le système qui paroissoit d'abord si heureusement imaginé ne tarda pas à menacer ruine; il fut renversé par Copernic et Kepler.

On pourroit craindre ou plutôt souhaiter un sort pareil à nos deux fluides. Déjà l'on sent que les phénomènes exigent quelque chose de plus. Pour éluder une difficulté pressante, M. Coulomb suppose que toutes les molécules d'une barre aimantée sont autant d'aimans partiels dont les pôles contraires sont en contact. Les actions opposées de ces pôles doivent se détruire en

grande partie. Les deux pôles extrêmes peuvent seuls agir en liberté. De là deux centres d'actions placés vers les deux extrémités du barreau. Quelque ingénieuse que soit cette conjecture, elle pourroit très-bien ressembler aux épicycles des anciens astronomes, et n'avoir d'autre mérite réel que de faciliter les calculs qui conduiront à la connoissance de la cause véritable. Il en est de même des deux fluides électriques. On a fort adroitement fait valoir que le fluide résineux et le fluide vître éprouvent dans l'air des résistances inégales. Rien n'empêche d'admettre ces suppositions qui ne sont incompatibles avec aucun principe reconnu; on voit seulement avec quelque regret que le système se complique. Mais est-il bien surprenant qu'au milieu de tant de causes qui agissent de si près pour troubler les phénomènes, les explications perdent un peu de cette simplicité qu'on voudroit y voir. Les planètes placées à des distances énormes et circulant dans des espaces libres, peuvent suivre rigoureusement la loi de la pesanteur qui suffit pour expliquer leurs inégalités les plus imperceptibles. Mais les corps que nous avons entre les mains, que nous mettons en expérience, sont bien loin d'être placés dans des circonstances aussi favorables. Quand plusieurs causes agissent, il faut bien que le calcul les embrasse toutes, et des effets complexes ne sauroient être ramenés à des principes bien simples. Ce n'est donc pas la faute des physiciens si leurs explications n'ont pas cette unité à laquelle nous ont accoutumés les problèmes d'astronomie.

Mais si les physiciens ont en cela quelques désavan-

tages, ils en sont dédommagés par d'autres considérations qui doivent ranimer leur courage. Tous ces globes qui roulent si loin de nous, n'accomplissent leurs révolutions que dans des temps plus ou moins considérables, mais toujours fort longs; et ce n'est qu'à de grands intervalles qu'ils se retrouvent dans les positions favorables à la recherche de tout ce qui peut nous éclairer sur leurs mouvemens. Le physicien, au contraire, tient dans sa main tous les objets de ses études, il peut à son gré les mettre dans la position convenable, et s'il a fallu des siècles pour perfectionner l'astronomie, on peut espérer qu'en bien moins de temps la physique pourra parvenir au point de certitude et de clarté que l'on peut raisonnablement attendre d'elle.

Ces progrès ultérieurs seront l'ouvrage de ceux qui, comme M. Coulomb, sauront imaginer des appareils nouveaux pour des recherches nouvelles, et se prévaloir des ressources infinies qu'ils trouveront dans l'analyse moderne.

Avec la balance qui lui permettoit de mesurer les plus foibles degrés de magnétisme et d'électricité, nous l'avons vu successivement déterminer la loi suivant laquelle s'écoule et se perd insensiblement l'électricité, la part que peuvent avoir à cet effet, et l'air humide qui environne les conducteurs, et les soutiens qui ne les isolent qu'imparfaitement; prouver par des expériences délicates que l'électricité si puissante à la surface des corps devient insensible pour peu que l'on pénètre à l'intérieur; que le magnétisme très-foible dans presque

toute la longueur des aiguilles, n'a de force qu'en deux points très-voisins des extrémités; chercher de même suivant quelle loi l'électricité se distribue le long des conducteurs ou à une file de globes différens, comment elle se répartit entre deux globes de surface égale ou inégale; quelle peut être la cause du pouvoir des pointes et des grands effets du cerf-volant électrique.

De ces spéculations difficiles, il aimoit à redescendre à des objets d'utilité pratique; c'est pour parvenir à la meilleure construction des boussoles qu'il avoit entrepris ses premières recherches. A mesure qu'il y faisoit des progrès sensibles, il s'en servoit pour améliorer cet instrument si nécessaire. Il perfectionna de même les boussoles d'inclinaison. On avoit des moyens plus ou moins parfaits pour former des aimans artificiels, M. Coulomb, en consultant la théorie, sut ajouter un degré nouveau de perfection à la meilleure de ces méthodes.

La température influe sur le magnétisme, qui diminue quand la chaleur augmente. Par des expériences très-précises et à l'aide d'un théorème de M. Laplace, il trouva qu'il falloit donner à l'aiguille 700° de chaleur pour la dépouiller entièrement de son magnétisme. Le fer avoit long-temps passé pour le seul corps attirable à l'aimant; M. Coulomb sut trouver des marques non équivoques d'attraction dans tous les corps qu'il soumit à l'expérience, d'où il crut pouvoir conclure que le magnétisme, comme l'électricité, s'étend sur toute la nature.

Cette découverte est la dernière dont il nous ait entretenus : le soin de la vérifier l'occupa jusqu'à ses derniers momens. Nous trouvons dans ses manuscrits des expériences curieuses, d'où il paroît suivre que pour attribuer au fer caché dans les différens corps le degré de magnétisme qu'il a observé, il faudroit supposer, uniformément répandue dans toutes ces substances, une quantité de fer si considérable qu'elle n'auroit pas manqué de se manifester, dès les premiers essais, aux chimistes distingués qui s'étoient chargés d'épurer les substances sur lesquelles il avoit fait ses expériences.

Nous n'entrerons pas dans de plus grands détails sur des recherches qui n'ont encore aucune publicité, qui n'ont pu encore être jugées par les savans. On sent même que ce n'est pas le lieu de donner une idée plus approfondie des travaux qui ont illustré M. Coulomb. D'ailleurs, cet exposé existe. Tous les savans ont pu le lire dans le plus moderne et le meilleur des traités de physique. L'auteur qui lui-même est au rang des premiers physiciens de l'Europe, qui lui-même a su se distinguer en créant une nouvelle branche des sciences naturelles, a présenté dans l'ordre le plus clair et le plus méthodique toutes les découvertes et la théorie de son digne confrère. Cet extrait si lumineux, qui peut servir en quelques points de commentaire à la doctrine de M. Coulomb, ne peut pourtant pas dispenser de recourir aux mémoires originaux pour une foule de détails nécessaires à ceux qui voudront continuer un travail que la mort a trop tôt interrompu. Depuis long-temps on désiroit que M. Coulomb ras-

semblât en un corps d'ouvrage, et dans l'ordre le plus naturel, ses idées qu'il avoit publiées dans autant de mémoires séparés, à mesure qu'il les avoit aperçues et démontrées. Ses amis lui ont souvent demandé cet ouvrage, le mauvais état de sa santé lui laissoit peu d'espoir de le terminer; il aimoit mieux ajouter autant qu'il le pourroit à la somme de nos connoissances. Mais il avoit remis au libraire qui doit imprimer la collection une note sur l'ordre dans lequel il convient de disposer ses mémoires. On n'attendra pour commencer l'impression que le temps nécessaire à l'examen de tous ses manuscrits, et à la transcription de toutes les notes qui pourront ajouter à l'utilité de ses ouvrages connus, ou fournir une suite intéressante à ce qu'il a publié lui-même.

Nous n'avons présenté jusqu'ici M. Coulomb que comme un savant très-distingué. L'homme en lui n'étoit pas moins recommandable. Ce sens exquis, cette rectitude et cette sévérité de principes qu'il a montrées dans toutes ses recherches mathématiques, il ne les a pas moins hautement manifestées dans sa morale et dans toute sa conduite.

Envoyé, commissaire du roi, en Bretagne, par le ministre de la marine pour examiner des projets de canaux, il trouva l'occasion de développer toute l'énergie de son caractère pour faire écarter des plans ruineux. La province reconnoissante ne pouvant lui faire accepter d'autres marques de sa gratitude lui décerna une récompense qui ne pouvoit avoir à ses yeux d'autre mérite que de lui retracer plusieurs fois dans la journée

le souvenir des services qu'il avoit rendus et de l'estime qu'il s'étoit acquise.

La révolution vint; M. Coulomb donna sa démission de tous ses emplois. De ce nombre étoit l'intendance générale des fontaines de France, et la survivance à celle des plans et reliefs. La première avoit été héréditaire dans une famille qui venoit de s'éteindre, et elle devoit de même passer à son fils et à ses descendans.

Detaché de tout, il s'occupoit à rassembler les débris de sa fortune, dont il ne put sauver que la moindre partie; il espéroit trouver des consolations à l'Académie et dans la continuation de ses travaux, l'Académie fut supprimée. Il restoit membre de la commission des poids et mesures, il en fut retranché. Forcé bientôt après de quitter Paris par la loi qui en expulsoit tous les nobles, il se retira, suivi de son ami Borda, dans un bien de campagne qu'il possédoit auprès de Blois.

Dans cette solitude, au sein de sa famille, avec les consolations de l'amitié, M. Coulomb n'avoit presque pas changé sa manière de vivre. Il pouvoit continuer ses méditations qu'il étendit même à des objets nouveaux. La végétation attira ses regards pénétrans. Des arbres qu'il fit abattre lui fournirent des remarques neuves sur le mouvement de la sève. Il commença des recherches sur les plantes. Nous en avons trouvé dans ses manuscrits des fragmens qui font désirer que le reste puisse également se retrouver.

Rappelé de cet exil pour la continuation des travaux relatifs aux nouvelles mesures, nous ne le vîmes que peu

de jours. Il étoit pressé de rejoindre sa femme et ses enfans, et de reprendre le soin du modique bien qui étoit leur unique ressource. Il ne revint habiter Paris qu'à la création de l'Institut. Sa santé qui dépérissoit lui faisoit une nécessité de se rapprocher des secours de l'art auxquels pourtant il se refusa long-temps par l'effet d'un tempérament excessivement nerveux qui lui donnoit une vivacité de caractère, une impatience dont lui seul a souffert par les soins constans qu'il apportoit à s'en rendre toujours maître.

Nommé l'un des inspecteurs généraux des études, quoiqu'il pût considérer cette faveur comme un dédommagement nécessaire après tant de pertes, quoique digne autant que personne de ce poste important pour les connoissances variées dans toutes les branches de l'instruction publique, il balança long-temps s'il accepteroit; nous redoutions pour lui des fatigues qui pouvoient nuire à sa santé, une longue absence qui alloit interrompre des travaux dans lesquels il seroit difficilement remplacé. Lui-même se plaisoit à cultiver les dispositions d'un fils qui déjà répondoit à ses soins, et qu'il falloit remettre en d'autres mains. Il accepta pourtant, et madame Coulomb se rendit la compagne inséparable de tous ses pas. Graces aux soins de sa tendresse active et éclairée, les voyages n'eurent pas toutes les suites que nous avions redoutées.

« M. Coulomb put se livrer à ses nouvelles fonctions » avec le zèle et l'exactitude qu'il portoit partout. Sa » figure grave et sévère s'adoucissoit pour les jeunes

» élèves qui rappeloient à son cœur paternel ses plus
» douces jouissances. C'étoit un père qui parloit à ses
» enfans ; il aidoit leur foiblesse, encourageoit leur timidité ; il aimoit à trouver dans leurs traits et dans
» leurs dispositions naissantes l'augure et le germe des
» talens qui seroient un jour utiles à la patrie.

» C'est à ceux qui ont pu le voir dans sa vie privée
» à rendre témoignage de ce qu'il y portoit de charme
» et d'abandon. Bon époux, bon frère, bon père et bon
» ami ; homme intègre et citoyen dévoué, il pratiquoit
» toutes les vertus sans jactance comme sans effort.
» Délicat, sévère pour lui-même, indulgent pour les
» autres, ses manières réunissoient l'aisance que donne
» l'usage à la gravité qui formoit son caractère, mais
» qui n'excluoit pas une gaîté douce et calme, celle
» d'une ame qui est bien avec elle-même. Noble et
» généreux dans toutes les affaires, son intérêt étoit
» celui dont il s'occupoit le moins. Modeste et bien
» éloigné de toute prétention, il savoit aussi repousser
» une aggression injuste avec autant de force que de
» dignité. »

Au reste, ce dernier trait de son caractère dut trouver peu d'occasions pour se développer. Dans la seule qui soit venue à notre connoissance, et que l'Institut n'a pas oubliée sans doute, l'adversaire ne croyoit pas s'attaquer à M. Coulomb, et convint hautement de son tort. Personne n'a joui d'une considération plus générale. Il a vu sa doctrine admise et enseignée par les professeurs les plus distingués. On se plaisoit à lui rendre

justice, son mérite et ses succès ne lui ont jamais fait un seul ennemi, pas même un envieux. Il ne lui manqua rien qu'une santé meilleure. La sienne nous donnoit depuis long-temps des inquiétudes; à une infirmité grave et alarmante qu'il regardoit lui-même comme la cause infaillible d'une mort plus ou moins prochaine, s'étoit jointe, l'été dernier, une fièvre lente qui le minoit. Dans l'état d'affaisement où il étoit réduit, il ne pouvoit soutenir la moindre nourriture. Les ressources de l'art administrées par les mains de l'amitié se trouvèrent également impuissantes, soit pour adoucir ses douleurs, soit pour ranimer ses forces. Il n'en avoit plus que pour souffrir. Il mourut le 23 août 1806, ne laissant guère à ses deux fils d'autre héritage qu'un nom respecté, l'exemple de ses vertus et le souvenir des services éclatans qu'il a rendus à la science.

Il a été remplacé par M. Montgolfier.

RELATION

D'UN VOYAGE

FAIT

DANS LE DÉPARTEMENT DE L'ORNE,

Pour constater la réalité d'un météore observé à l'Aigle le 6 floréal an 11,

Par M. Biot.

Lu le 29 messidor an 11.

Le ministre de l'Intérieur m'ayant invité à me rendre dans le département de l'Orne pour prendre des renseignemens exacts sur le météore qui a paru aux environs de l'Aigle le 6 floréal dernier, je me suis empressé de remplir ses intentions, et je vais rendre compte à la classe des observations que j'ai recueillies. Je désire que l'importance du sujet fasse excuser la multiplicité des détails dans lesquels je vais entrer.

Depuis que l'attention des savans s'est dirigée vers l'examen des masses minérales que l'on dit être tombées de l'atmosphère, toutes les ressources de la critique et

de l'expérience ont été employées pour constater cet étonnant phénomène et jeter quelque lumière sur sa cause. En même temps que l'analyse chimique déterminoit les élémens de ces masses, les séparoit des produits naturels jusqu'à présent connus, et découvroit dans leur identité parfaite la preuve, ou du moins la grande probabilité d'une origine commune, on recueilloit tous les récits qui pouvoient avoir quelques rapports au même fait; on consultoit les écrits des anciens, dont l'autorité a été trop souvent suspectée, et que l'on reconnoît de plus en plus pour des témoins fidèles, à mesure que l'occasion se présente de vérifier leurs observations. Pour compléter ces recherches et achever de faire sentir toute leur importance, des hypothèses ingénieuses ont été imaginées, de manière à satisfaire, d'après les lois de la physique, aux phénomènes jusqu'alors observés. Enfin les savans de toutes les classes, de tous les pays, ont réuni leurs efforts sur cette grande question, guidés, non par une rivalité jalouse, mais par le noble amour de la vérité.

Sans doute ce concours unanime sera remarqué dans l'histoire des sciences. Il offre à la fois le résultat et la preuve de leurs progrès. C'est un grand pas de fait dans l'étude de la nature, que de savoir examiner un phénomène dont on ne voit encore aucune explication complète, et cette sorte de courage n'appartient qu'aux hommes les plus éclairés. Nous devons donc remercier notre confrère *Pictet*, qui nous a donné le premier cet exemple dans la question actuelle, en nous communi-

quant les recherches des chimistes anglais ; recherches qu'une décision précipitée auroit pu faire traiter de chimériques, mais qui furent discutées dans le sein de la classe avec cet empressement réservé, par lequel on évite également d'écarter les vérités nouvelles, et d'accueillir les erreurs. Qu'importent en effet les préjugés de ceux à qui tout manque pour se former une opinion? Toujours, dans les questions douteuses, l'ignorant croit, le demi-savant décide, l'homme instruit examine : il n'a pas la témérité de poser des bornes à la puissance de la nature. Suivons donc avec zèle, et sans que rien nous arrête, le phénomène qui nous occupe maintenant ; et s'il arrive enfin, comme je l'espère, que nous réussissions à le mettre hors de doute, n'oublions pas que c'est l'envie de tout expliquer qui l'a fait rejeter si long-temps.

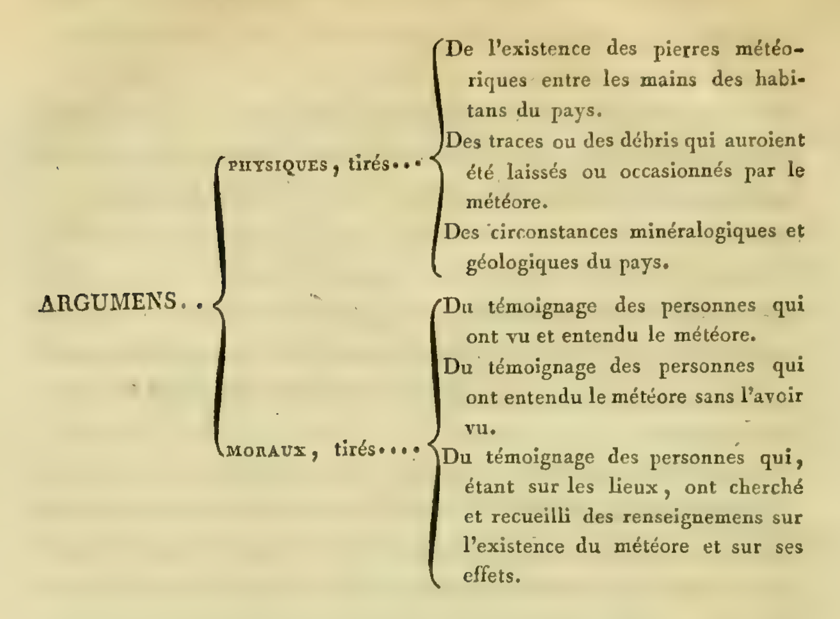
De toutes les probabilités recueillies jusqu'à présent sur la chute des masses météoriques, la plus forte résulte de l'accord qui existe entre l'identité de leur composition et l'identité d'origine que les témoignages leur attribuent exclusivement. Cet accord, déja vérifié par un grand nombre d'observations, donne à la probabilité dont il s'agit une valeur très-approchante de la certitude, et qui n'est nullement infirmée par les objections que l'on a tirées du peu de lumières des témoins ; car, en raison même de ce peu de lumières, les témoignages devroient, si le fait étoit faux, s'appliquer à des substances diverses, à des circonstances dissemblables ; et dans un sujet de cette nature, où l'intérêt particulier n'entre pour rien, la chance du concours des témoins

est unique, tandis que celle de leur divergence est infiniment multipliée.

Cependant il étoit fort à désirer que le phénomène fût une fois constaté d'une manière irrécusable, et que toutes ses particularités fussent recueillies avec fidélité, autant pour achever d'établir la certitude morale de son existence, que pour connoître exactement les circonstances qui le caractérisent, et qui sont également nécessaires pour remonter, s'il est possible, jusqu'à sa cause, ou du moins pour empêcher que l'on ne s'égare en la cherchant.

Convaincu de cette vérité, j'ai senti que l'exactitude et la fidélité la plus scrupuleuse pouvoient seules rendre utile aux sciences la mission dont j'étois chargé. Je me suis considéré comme un témoin étranger à tout système; et, pour ne rien hasarder de ce qui pourroit ôter quelque confiance aux faits que je vais rapporter, je me bornerai dans ce mémoire à les exposer tels que je les ai recueillis, et en développant les conséquences immédiates qui résultent de leurs rapports, je m'abstiendrai même d'examiner en quoi elles se rapprochent ou s'écartent des hypothèses que l'on a imaginées.

Avant de commencer ma recherche, je crus nécessaire de classer méthodiquement les faits sur lesquels je devois principalement diriger mes observations; en conséquence je les réunis dans le tableau suivant:



Avant de partir, je recueillis sur ces diverses questions tous les renseignemens que je pus me procurer. Je priai M. *Haüy* de vouloir bien m'éclairer de ses lumières sur ce qui concernoit la minéralogie du pays que j'allois parcourir. M. *Coquebert Montbret* correspondant de la classe, me fournit les connoissances qui m'étoient nécessaires sur la géographie physique du même pays. Enfin M. *Fourcroy* voulut bien me donner une copie des lettres qu'il avoit reçues de l'Aigle relativement à l'apparition du météore.

Je partis de Paris le 7 messidor, emportant avec moi une boussole, une carte de *Cassini*, et un échantillon de la pierre météorique de *Barbotan*, qui avoit été remis

sur les lieux à notre confrère *Cuvier* : je me proposois de m'en servir comme terme de comparaison, et de voir quelle origine lui assigneroient les habitans du canton où l'on disoit qu'il en étoit tombé de semblables.

Mais je ne me rendis pas directement dans ce lieu même. Si l'explosion du météore avoit réellement été aussi violente qu'on nous l'annonçoit, on devoit en avoir entendu le bruit à une très-grande distance. Il étoit donc conforme aux règles de la critique de prendre d'abord des informations dans des lieux éloignés, sur ce bruit extraordinaire, sur le jour et l'heure auxquels on l'avoit entendu, d'en suivre la direction, et de me laisser conduire par les témoignages jusqu'à l'endroit même où l'on disoit que le météore avoit éclaté. Je devois rassembler ainsi, dans une grande étendue de pays, des renseignemens comparables ; car, sur le bruit même et les circonstances de l'explosion, les témoignages devoient s'accorder, quelque part qu'ils fussent recueillis. D'ailleurs tous les récits relatifs aux masses météoriques font précéder leur chute par l'apparition d'un globe de feu. Il étoit important de savoir si le météore de l'Aigle avoit été accompagné des mêmes circonstances, et c'étoit loin du lieu de l'explosion que je pouvois m'en assurer.

Guidé par ces considérations je me rendis d'abord à Alençon, chef-lieu du département de l'Orne, situé à quinze lieues au sud-ouest de la ville de l'Aigle.

Chemin faisant, le courrier de Brest à Paris me dit que, le mardi 6 floréal dernier, à neuf lieues par-delà

Alençon, entre Saint-Rieux et Pré-en-Pail, il vit dans le ciel un globe de feu qui parut, par un temps serein, du côté de Mortagne, et sembla tomber vers le nord. Quelques instans après on entendit un grand bruit semblable à celui du tonnerre ou au roulement contînu d'une voiture sur le pavé. Ce bruit dura plusieurs minutes, et fut sensible, malgré celui de la chaise de poste qui rouloit alors sur la terre. L'heure étoit celle de midi trois quarts, et le courrier me dit qu'il l'avoit observée aussitôt à sa montre, parce que cette vue l'avoit fort étonné. Il ajouta qu'en arrivant à Alençon il avoit raconté ce fait dans la maison où il étoit descendu; et cela m'a été confirmé depuis. Par la marche de ce globe de feu, par le bruit, et surtout par l'heure, je jugeai que c'étoit le commencement du météore de l'Aigle.

A Alençon on avoit entendu parler vaguement de ce phénomène, mais on n'avoit rien vu; et aucun bruit extraordinaire ne s'étoit fait remarquer : ce qui n'est pas étonnant dans une grande ville, au milieu du tumulte d'un jour de marché. Le préfet, l'ingénieur en chef des ponts et chaussées, les professeurs de l'école centrale, n'avoient aucune connoissance du météore. Mais si ces citoyens ne purent pas me donner des renseignemens directs sur cet objet, ils m'en fournirent d'autres non moins utiles, en me permettant de visiter leurs collections. M. *Barthélemy*, ingénieur en chef, homme aussi distingué par ses connoissances qu'estimé dans le pays pour son caractère, s'occupe depuis cinq ans à rassembler des échantillons de toutes les substances

minérales qui se trouvent dans le département de l'Orne, afin d'y chercher les matériaux nécessaires à l'industrie manufacturière ou aux constructions civiles. Dans cette collection que j'ai parcourue, rien ne ressemble aux masses météoriques, et M. *Barthélemy* lui-même, auquel je laissai un échantillon de celle qui est tombée en 1790 à Barbotan, n'avoit jamais rien vu qui s'en rapprochât. Je me trouvois ainsi éclairé sur un des points les plus importans de ma mission. Je visitai pareillement la collection et les cabinets de l'école centrale, et si je n'y trouvai rien qui fût analogue à l'objet de mes recherches, j'en rapportai du moins l'estime la plus sentie pour le zèle, les efforts et la persévérance des professeurs qui composent cet établissement.

M. *Lamagdelaine*, préfet, n'ayant pu me donner de renseignemens par lui-même, me fournit avec beaucoup de complaisance tous les moyens d'en obtenir à l'Aigle et dans les divers endroits où je m'arrêterois. Le bibliothécaire de l'école centrale, jeune homme plein de talent et d'activité, voulut bien aussi, sur ma demande, prendre quelques informations relativement au météore de l'Aigle. Il ne put recueillir que de simples récits transmis de bouche en bouche, mais qui cependant s'accordoient entre eux et avec ce que nous savions déjà. N'ayant plus rien à espérer pour l'objet de ma mission, je quittai Alençon le 10 messidor et me mis en route pour l'Aigle, avec un guide actif et intelligent. Je me proposois de m'arrêter dans tous les endroits où je pourrois espérer des réponses à mes ques-

tions; j'avois même le dessein de m'écarter vers les habitations que j'apercevrois à quelque distance de la route.

Le premier endroit habité que nous rencontrâmes est Seez, petite ville à dix lieues au sud-ouest de l'Aigle. On y avoit entendu le bruit du météore; on en indiquoit précisément le jour, l'heure et les diverses circonstances. C'étoit comme un coup de tonnerre très-fort qui sembloit partir du côté du nord, et dont le roulement, accompagné de plusieurs explosions successives, dura cinq ou six minutes. Des personnes qui se trouvoient alors sur le cours crurent d'abord que c'étoit le bruit d'une voiture roulant sur le pavé et venant d'Argentan ou du bourg de Merleraut; elles ne furent désabusées qu'en ne voyant rien arriver, quoique le bruit continuât. Ces personnes furent d'autant plus étonnées que le ciel étoit parfaitement serein, sans le moindre nuage, et qu'on n'y remarquoit rien d'extraordinaire. On disoit de plus que des voyageurs venant de Falaise et de Caen avoient entendu fortement la même explosion, et qu'ils avoient eu grande peur; on ajoutoit qu'il avoit paru un globe de feu du côté de Falaise, et qu'on avoit remis au sous-préfet d'Argentan une pierre qui étoit tombée du ciel.

Ces informations me donnoient lieu de penser que les effets du météore s'étoient étendus sur un espace beaucoup plus considérable que nous ne l'avions imaginé. Comme mon but étoit d'abord de circonscrire exactement cet espace, je suivis les indications que je venois de recevoir, et me dirigeai vers Argentan.

Il y avoit déjà quelque temps que nous étions sur cette route lorsque nous rencontrâmes un homme de la connoissance de mon guide, et qui me parut, comme lui, très-intelligent. Cet homme, interrogé sur le phénomène dont je cherchois les traces, s'en rappela très-bien le jour et l'heure. Il étoit occupé à écrire lorsqu'il entendit l'explosion. Sa fenêtre étant ouverte et donnant du côté du nord, il avoit levé la tête pour savoir d'où venoit ce bruit; mais, à son grand étonnement, il avoit vu le ciel serein et n'avoit rien aperçu dans l'air. Il ajouta que des gens revenus de Caen y avoient entendu le même bruit à la même heure, mais qu'il n'étoit point tombé de pierres de ce côté; que celle qui avoit été remise au sous-préfet d'Argentan étoit venue d'ailleurs, et qu'en général ce bruit lui avoit semblé partir du nord-ouest, et s'étendre parallèlement à la route d'Argentan à Falaise.

C'étoit précisément la direction indiquée par les lettres que nous avions reçues. Sur ces renseignemens nous rebroussâmes chemin et reprîmes la route de l'Aigle, bien certains de ne rien laisser en arrière.

Nous nous arrêtâmes d'abord à Nonant, village situé à huit lieues ouest-sud-ouest de l'Aigle. Les habitans ont très-distinctement entendu l'explosion du météore. Elle les a fort épouvantés; ils la comparent au bruit d'une voiture roulant sur le pavé, ou à celui d'un feu violent dans une cheminée. Des employés aux barrières, qui étoient couchés sur le bord de la route, se relevèrent tout effrayés. Il ne virent rien dans l'air, qui

étoit serein. Il n'est point tombé de pierres dans cet endroit.

De Nonant nous allâmes au bourg de Merleraut. Chemin faisant nous rencontrâmes des bergers qui étoient dans la campagne. Je les interrogeai en leur demandant s'ils n'avoient pas eu bien peur d'un bruit extraordinaire qui s'étoit fait entendre il y avoit environ deux mois. Ils me répondirent affirmativement, m'indiquèrent exactement le jour, l'heure et la direction du bruit. Ils avoient été également surpris de voir le ciel serein. D'autres paysans que j'interrogeai sur la route me firent les mêmes rapports.

Au bourg de Merleraut, à sept lieues ouest-sud-ouest de l'Aigle, je recueille les mêmes récits; mais le bruit de l'explosion et la frayeur qu'elle avoit produite s'étoient accrus en raison de la proximité. Des hommes, des femmes, des enfans, que j'interrogeai, s'accordèrent exactement pour le jour, l'heure et la direction du météore. Ils n'avoient rien vu dans l'air, et le ciel étoit serein. Des chevaux qui étoient dans une cour, revenant des champs, et encore attelés, sautèrent tout effrayés par-dessus une haie et s'enfuirent dans la rue : tant étoit grande la force de l'explosion, quoiqu'à une distance de plus de sept lieues. Il n'étoit point tombé de pierres dans ce bourg; mais on avoit entendu dire qu'il en étoit tombé du côté de l'Aigle, et on me donna un échantillon d'une de ces pierres qui avoit été apportée comme une curiosité par un roulier. C'étoit en effet un morceau pareil à ceux que l'on nous avoit envoyés.

De Merleraut nous allâmes à Sainte-Gauburge. Sur la route j'interrogeai une foule de paysans, tant passagers que travaillant aux champs. Hommes, femmes, enfans, tous ont entendu l'explosion le même jour et la rapportent à la même heure, un mardi, entre midi et deux heures.

Un petit chaudronnier de dix à douze ans, qui faisoit route avec sa tôle et ses outils sur le dos, écoutoit une femme du pays à qui je demandois des détails de l'explosion. Oh! monsieur, me dit-il, on l'a entendue beaucoup plus loin; on l'a entendue à trois lieues d'Avranches.—Vous avez donc ouï dire cela?—Monsieur, je le sais mieux que par ouï-dire, parce que j'y étois.—Il y a trente-six lieues d'Avranches à l'Aigle.

Dans le village de Sainte-Gauburge, à quatre lieues ouest-sud-ouest de l'Aigle, les habitans ont tous entendu l'explosion le même jour et à peu près à la même heure que partout ailleurs; mais il n'est point tombé de pierres météoriques dans cet endroit. Cependant on avoit entendu parler de celles qui étoient tombées près de l'Aigle, et plusieurs habitans du lieu en possédoient des échantillons. On me conduisit à une chaumière hors du village, où je trouvai un paysan des environs qui en avoit une entre les mains. Je lui montrai d'abord celle de Barbotan, et il la reconnut aussitôt pour être tombée du ciel. Il me montra ensuite celle qu'il avoit: elle étoit en tout semblable aux nôtres, et pouvoit peser environ 0^k48 (1 livre). C'étoit sa femme qui l'avoit ramassée devant sa porte, où elle étoit tombée et s'étoit enfoncée en

terre. La pierre portoit encore des traces de cette chute ; et le paysan me les fit remarquer. Il paroissoit tenir à cette curiosité : je ne la lui demandai point. Il me dit qu'il étoit du village de Saint-Sommaire. J'ai reconnu depuis que c'est le canton où il en est tombé le plus.

Un vieillard qui se trouvoit là me dit qu'étant alors à travailler dans un champ près de l'Aigle, il avoit vu dans l'air un petit nuage d'où partoient des explosions qui se succédèrent pendant plusieurs minutes ; il avoit entendu des pierres siffler et tomber.

De Sainte-Gauburge à l'Aigle j'interrogeai plusieurs paysans qui s'accordèrent tous avec les rapports que j'avois déjà recueillis. La nuit qui survint m'empêcha de multiplier davantage ces informations, qui d'ailleurs n'auroient pu me rien apprendre de nouveau, puisque c'étoit de l'autre côté de l'Aigle que le météore avoit éclaté. J'arrivai dans cette ville à dix heures du soir, le jour même de mon départ d'Alençon.

Je me rendis aussitôt chez notre confrère *Leblond;* mais je ne pus le voir. Je sus d'ailleurs que toute la ville avoit entendu, au jour et à l'heure indiqués, un bruit effroyable. Il n'étoit point tombé de pierres à l'Aigle même, on en avoit seulement entendu parler. Des personnes qui étoient alors à Caen m'assurèrent qu'on y avoit entendu le même bruit à peu près à la même heure, et qu'on avoit vu de plus un globe de feu qui avoit causé une grande frayeur.

Le lendemain de mon arrivée, je me présentai chez notre confrère *Leblond :* je fus aussi heureux que flatté

de trouver en lui les lumières d'un savant et la bienveillance d'un ami.

M. *Leblond* et son beau-frère M. *Humphroy*, ancien militaire, avoient tous deux, ainsi que le reste de leur famille, entendu le bruit du météore. C'étoit comme un roulement de tonnerre qui dura sans interruption pendant environ cinq minutes, et qui étoit accompagné d'explosions fréquentes semblables à des décharges de mousqueterie. Dans le premier moment, on l'avoit pris pour le bruit d'une voiture qui passoit en roulant sur le pavé, et pour celui que produit un feu violent dans une cheminée.

En rapprochant ces récits, faits par des hommes éclairés, de ceux que nous avons recueillis dans les campagnes sur une étendue de plus de dix lieues de rayon, nous voyons qu'ils sont absolument d'accord pour le jour, l'heure et la nature de l'explosion. Nous pouvons donc, avec toute certitude, en déduire les conséquences suivantes.

Il y a eu aux environs de l'Aigle, le mardi 6 floréal an 11, vers une heure après midi, une explosion violente qui a duré pendant cinq ou six minutes, avec un roulement continuel. Cette explosion a été entendue à près de trente lieues à la ronde.

Si nous rapprochons le récit fait par le courrier de Brest, relativement au globe de feu qu'il a aperçu, de ce qu'ont dit les voyageurs venus de Caen et de Falaise, et de ce que contiennent les lettres écrites de cette dernière ville le jour même de l'explosion, nous trouverons

que ces récits s'accordent pour le jour, l'heure et la direction de ce météore.

J'ai su depuis, par d'autres renseignemens, que le même phénomène a été vu à peu près au même instant à Pont-Audemer et aux environs de Verneuil.

De ces témoignages réunis on peut encore déduire comme certaine cette seconde conséquence :

Le mardi 6 floréal an 11, *quelques instans avant l'explosion de l'Aigle, il a paru dans l'air un globe lumineux animé d'un mouvement rapide. Ce globe n'a pas été observé à l'Aigle ; mais il l'a été de plusieurs autres villes environnantes et très-distantes les unes des autres.*

J'ai pris toutes les mesures nécessaires pour avoir des renseignemens précis et multipliés des différens lieux où l'on a aperçu ce phénomène, afin d'en déduire la marche qu'il a tenue, et de le suivre, s'il est possible, dans toute l'étendue de son cours. Mais en attendant, si l'on considère le jour, l'heure auxquels il a été observé, la route qu'il a prise, et l'explosion qui a succédé à son apparition, nous en tirerons avec autant de certitude cette troisième conséquence :

L'explosion qui a eu lieu le 6 floréal aux environs de l'Aigle, a été la suite de l'apparition d'un globe enflammé qui a éclaté dans l'air.

Et il est à remarquer que ces résultats s'accordent parfaitement avec les descriptions que l'on a déjà faites des météores auxquels on attribue la chute de masses minérales.

Je viens maintenant à la question même de la chute de ces masses ; et comme c'étoit là la partie la plus importante du phénomène, c'est celle aussi à laquelle j'ai donné le plus de soin, de détail et de temps.

Les premiers renseignemens que je reçus à l'Aigle sur cet objet me furent donnés par M. Humphroy, et sont relatifs à une pierre pesant 8 56 (17 livres $\frac{1}{2}$), que l'on dit être tombée à la Vassolerie, village situé à une lieue au nord de l'Aigle. M. Humphroy, guidé par le bruit public, étoit allé sur les lieux le jour même, d'après l'invitation de son beau-frère M. Leblond. Il avoit encore vu les paysans assemblés autour du trou que la pierre avoit fait en tombant. Elle étoit déjà réduite à $6^{k}1$ (12 livres $\frac{1}{2}$), parce que tout le monde s'empressoit de s'en procurer des morceaux. M. Humphroy obtint facilement ce qui en restoit, et le porta à son frère, qui l'envoya de suite à Paris. J'en possède un échantillon bien caractérisé.

M. Leblond, saisissant l'importance de ce phénomène, se transporta aussitôt sur les lieux. Il vit encore les paysans assemblés ; il remarqua avec eux la profondeur du trou, qui étoit de $0^{m}5$ (18 à 20 pouces) ; il vit la terre lancée autour à plus de $4^{m}86$ (15 pieds) de distance. Il retira du fond du trou trois gros silex qui paroissoient avoir empêché la pierre de pénétrer à une plus grande profondeur.

J'ai vu depuis avec lui cette trace effrayante du météore, j'ai entendu les récits des propriétaires de cette habitation, j'ai entendu les témoignages des enfans qui

étoient restés dans la maison lorsque la masse tomba à vingt pas d'eux ; et voici les renseignemens que j'en ai reçus.

Le père de ces enfans revenoit de l'Aigle avec sa femme et sa belle-fille ; ils entendirent tout-à-coup dans l'air un bruit de tonnerre extraordinaire, accompagné d'un roulement semblable à celui d'un grand feu dans une cheminée. Il n'y avoit presque point de nuages dans l'air, si ce n'est un petit nuage noir, et quelques autres comme on en voit fréquemment ; mais point d'apparence d'orage. Ce bruit sembloit partir du petit nuage, et s'éloignoit devant eux en soufflant et bourdonnant toujours. Ils étoient tous trois extrêmement effrayés. La jeune femme se trouva mal, et le père n'osoit parler. Ce bruit effrayant ne dura que quelques minutes. En arrivant chez eux ils virent tous leurs voisins assemblés, et crurent qu'il étoit arrivé quelque malheur pendant leur absence : ils s'approchèrent, et on leur montra la masse que l'on venoit de déterrer. Le père la pesa aussitôt : son poids étoit de 8k65 (17 livres ½), comme je l'ai rapporté.

Le fils, revenu des champs, me donna des détails encore plus précis : c'étoit lui et ses frères qui étoient accourus les premiers au bruit de la chute de la pierre, et qui l'avoient déterrée.

Il dînoit avec ses frères et sœurs sous un noyer qu'il me montra : tout-à-coup ils entendirent au-dessus de leur tête un bruit de tonnerre effroyable, accompagné d'un roulement si continuel qu'ils se crurent prêts à périr. Le jeune homme dit à ses frères de se

coucher par terre, de peur d'être emportés. Alors ils entendirent dans le pré voisin un terrible coup, qu'ils comparent à celui d'un tonneau plein qui tomberoit de haut. Ils coururent à cet endroit, dont ils étoient séparés par une haie, ils virent cette pierre, qui étoit enfoncée si profondément qu'elle avoit fait sourdre l'eau.

J'ai examiné avec notre confrère Leblond le trou d'où cette masse a été tirée. Il est situé à l'entrée d'un herbage humide, et dont le sol ne renferme assurément rien de semblable parmi ses produits naturels. Peut-on raisonnablement supposer qu'une masse aussi considérable eût existé depuis long-temps sans avoir été remarquée, dans un lieu où l'on passoit fréquemment; que tout-à-coup les enfans de la maison et les voisins se fussent réunis, par un simple hasard, pour affirmer qu'ils avoient entendu tomber dans ce même lieu quelque chose de très-lourd, avec un très-grand bruit; que toutes ces circonstances eussent coïncidé avec ce qui se passoit au même instant à deux lieues de là, et qu'enfin aucun des spectateurs ne se fût rappelé d'avoir vu précédemment cette pierre? Voilà pourtant toutes les particularités dont il faudroit supposer la réunion pour infirmer la vérité de ce témoignage.

Observons encore une circonstance très-importante. Puisque les paysans avoient sur le lieu même, et en peu d'instans, détaché tant de fragmens de cette masse minérale, il paroît qu'elle n'avoit pas alors l'excessive

dureté que nous lui trouvons aujourd'hui. En effet, notre confrère Leblond assure que lorsqu'elle fut portée chez lui elle étoit encore très-facile à casser, et les petits morceaux que l'on en séparoit s'égrenoient sous les doigts. Voilà assurément un fait attesté par un témoin oculaire digne de toute confiance. La même chose m'a été affirmée depuis dans vingt endroits différens, et par tous ceux qui ont manié ces substances dans les premiers momens. Or un passage aussi prompt d'un état friable à une solidité complète annonce la présence d'une cause qui avoit récemment troublé leur aggrégation. Cela s'accorde donc avec les témoignages pour prouver que ces masses minérales sont étrangères aux lieux où elles se trouvoient alors, et qu'elles y avoient été nouvellement transportées.

En revenant de la Vassolerie, je pris des renseignemens propres à me faire connoître la route que le météore avoit suivie, et l'étendue de pays sur laquelle il paroissoit avoir éclaté. Ces premières informations me donnèrent pour limites la ville de l'Aigle, d'une part, et de l'autre cinq villages, nommés Saint-Antonin, Gloss, Couvain, la Ferté-Fresnel et Gauville. C'étoit une étendue de trois lieues de long sur deux lieues de large, que je me proposai de parcourir complétement le lendemain.

Je partis à six heures du matin, accompagné d'un guide qui connoissoit bien le pays et les habitans. Nous allâmes d'abord au château de Fontenil, où tous les témoignages plaçoient le commencement de l'explosion. Les maîtres étoient absens, je parlai au concierge du châ-

teau, qui me parut un homme sensé et digne de foi. Il avoit entendu, comme tout le monde, plusieurs coups violens, semblables à des coups de canon, suivis d'un bourdonnement pareil à celui du feu dans une cheminée. Tout-à-coup on avoit entendu sur la terre de l'enclos qui environne le château un grand coup sourd, comme d'un grand arbre qui tomberoit après avoir été ébranché. Les ouvriers qui travailloient dans un bois voisin accoururent à ce bruit; les bestiaux, effrayés, se précipitèrent vers le lieu où s'étoit fait la chute. Un jeune homme de quinze ans, qui travailloit à dix pas de là, sous un hangar, dit avoir vu tomber une pierre : on s'approcha, et on en tira une du poids de trois livres. Elle avoit fait dans la terre un trou de dix-huit pouces de profondeur. Le concierge l'a mesuré après avoir enlevé la pierre avec soin, pour la déposer dans les archives de la maison avec un récit du fait. J'ai vu le jeune homme qui est témoin oculaire; j'ai vu aussi le trou fait par la pierre; j'ai vu cette pierre elle-même, et je rapporte un échantillon que l'on m'a permis d'en séparer.

Le sol de l'enclos, que l'on nomme dans ce pays une cour, est de terre franche, humide, et recouvert de gazon. Au-dessous de la terre végétale on trouve des cailloux : rien n'annonce qu'on y trouve naturellement des substances semblables aux masses météoriques, et tous les habitans de la maison sont bien certains de n'en avoir jamais vu.

J'ai aussi un échantillon d'une pierre semblable, tom-

bée dans un champ auprès du Fontenil : elle passa en sifflant par-dessus la tête du berger, à qui elle causa une grande frayeur, et tomba à vingt pas de lui. Les moutons, épouvantés par le bruit du météore, se serroient les uns contre les autres. On a depuis labouré ce champ, et on n'y a point trouvé d'autre pierre de la même nature. Ces détails m'ont été donnés au Fontenil par un témoin oculaire que l'on m'amena.

Du Fontenil j'allai au hameau de la Métonnerie, et le concierge du château que nous quittions eut la complaisance de nous accompagner jusque dans une ferme qui lui appartient. Les habitans de cette ferme ont vu le nuage au-dessus de leur tête. Leur récit sur le bruit de l'explosion est le même que partout. Ils virent tomber deux pierres dans leur cour, tout auprès d'eux : l'une, dont ils me montrèrent encore la place, siffloit en tombant; elle étoit brûlante, car la terre fuma tout à l'entour. Ils n'osèrent la retirer que le lendemain, tant ils avoient peur. J'en rapporte un échantillon. L'autre étoit tombée dans une haie : on la chercha long-temps, mais on ne put la trouver.

Le sol de la Métonnerie est formé d'un peu de terre végétale recouvrant une couche de marne; au-dessous sont des cailloux dont on se sert pour bâtir.

J'ai aussi un échantillon d'une pierre tombée près de là, dans un lieu que l'on nomme la Marcelière. Elle fut vue par un enfant qui gardoit les moutons; elle tomba à côté de lui. Le morceau que je rapporte m'a été donné par le père même de cet enfant. D'après le volume qu'il m'a

désigné, cette pierre pouvoit peser environ 1k96 (3 livres) avant qu'on n'en eût rien ôté.

De la Métonnerie j'allai au village de Saint-Nicolas-de-Sommaire : je me présentai chez une dame à laquelle on avoit porté beaucoup de pierres météoriques ; elle avoit autrefois la seigneurie de ce canton. Elle me reçut avec beaucoup d'honnêteté, et me donna par elle-même et par ses gens tous les détails qui étoient parvenus à sa connoissance. Je trouvai chez elle deux curés, celui du lieu et celui d'un hameau voisin nommé Saint-Michel-de-Sommaire ; il y avoit de plus le garde forestier et une femme de confiance anciennement attachée à la maison. Toutes ces personnes, excepté le garde, sont témoins oculaires de la chute des pierres. Celui-ci revenoit alors de l'Aigle ; il a seulement vu le météore et entendu le bruit.

Le curé de Saint-Nicolas regardoit directement le nuage d'où l'explosion est partie. C'étoit un carré long, dont le plus grand côté étoit dirigé est et ouest ; il sembloit immobile, et il en sortoit un bruit continuel semblable au roulement d'un grand nombre de tambours ; puis on entendoit les pierres siffler dans l'air comme une balle qui passe, et tomber sur la terre en rendant un coup sourd. On remarquoit très-bien que le nuage décrépitoit successivement de différens côtés, et chacune de ces explosions ressembloit au bruit d'un pétard. Le curé de Saint-Nicolas a entendu tomber ces pierres, sans les voir dans leur chute ; mais le curé de Saint-Michel m'assura en avoir aperçu une qui tomba en sifflant dans

la cour de son presbytère, aux pieds de sa nièce, et qui rebondit de plus d'un pied de hauteur sur le pavé. Il dit aussitôt à sa nièce de la lui apporter; mais elle n'osa pas, et une autre femme qui se trouvoit présente la ramassa. Je ne l'ai point vue; mais ce curé m'a assuré qu'elle étoit en tout semblable aux autres, et ces pierres, dont nous avions sous les yeux un grand nombre de morceaux, sont trop connues maintenant dans ce pays, pour que l'on puisse s'y méprendre.

La maîtresse de la maison me donna plusieurs de ces masses que l'on avoit vues tomber. J'en rapporte d'autres dont on m'a montré les trous encore récens, et qui portent les empreintes des terrains où elles sont tombées. Elles sont toutes de la même nature que celles que nous avons déjà, et à cet égard il y a autant de témoins que d'habitans. Il paroît, par les renseignemens que j'ai recueillis, qu'il est tombé dans cet endroit et dans les environs une quantité effrayante de pierres; mais quoiqu'elles soient encore fort grosses, puisqu'elles pèsent jusqu'à 0k97 (2 livres), aucune d'elles n'égale celles de la Vassolerie et des environs du Fontenil : circonstance qu'il importe de remarquer.

Tout le monde s'accorde à dire que ces pierres fumoient sur la place où elles venoient de tomber. Portées dans les maisons, elles exhaloient une odeur de soufre si désagréable qu'on fut obligé de les mettre dehors. Un gros morceau que je brisai m'offrit encore très-fortement cette odeur, mais dans son intérieur seulement. Dans les premiers jours, ces pierres se cassoient

très-facilement ; toutes ont depuis acquis la dureté que nous leur connoissons. Ces changemens d'état sont autant de preuves physiques qui s'accordent pour faire voir que ces pierres sont étrangères aux lieux où elles se trouvoient alors, ou qu'elles y avoient été récemment transportées.

Ici, comme à la Métonnerie, le sol est de terre franche recouvrant une couche de marne ; toutes les maisons sont bâties en cailloux : jamais on n'y a rien vu de pareil aux pierres météoriques.

Remarquons que les témoignages acquièrent ici une grande force par l'état et les qualités morales des témoins. C'est d'abord une dame très-respectable, qui ne peut avoir aucun intérêt d'en imposer ; ce sont deux ecclésiastiques, qui ne peuvent, sans aucun motif, avoir l'intention d'altérer la vérité, surtout devant des personnes dont l'estime et la confiance leur sont nécessaires ; enfin c'est une femme âgée qui paroît depuis long-temps attachée à cette maison, et qui, persuadée que ce phénomène est un avertissement du ciel, n'auroit pas osé en dénaturer les circonstances, surtout en parlant devant des personnes qu'elle est habituée à respecter. Enfin le témoignage du garde forestier est lui-même un garant de la vérité des autres ; car je savois que cet homme n'avoit pas été présent à la chute des pierres, et il ne s'est pas donné non plus comme les ayant vues tomber. Seulement, son emploi l'obligeant à parcourir les champs, il avoit eu occasion de remarquer et de déterrer plusieurs de ces masses, qu'il me donna, et dont il me montra les trous

encore récens. Il étoit bien certain de n'avoir jamais rien vu de semblable, et l'on sait combien les gens de cet état sont observateurs.

De Saint-Nicolas-de-Sommaire j'allai, conduit par ce garde, au hameau du Bas-Vernet où il demeure, et dans lequel on disoit qu'il étoit tombé un grand nombre de pierres. Voyant le desir que j'avois d'en trouver une moi-même et de la retirer de terre, il me mena dans un petit champ qui lui appartient, et dans lequel il avoit remarqué un trou qu'il pensoit avoir été fait par une de ces pierres : il avoit attendu que la récolte fût faite pour s'en assurer; mais nous eûmes beau chercher et creuser dans ce trou, nous ne trouvâmes rien. Si ce fut un désagrément pour moi de voir mon espérance trompée, du moins j'eus une nouvelle occasion de reconnoître la bonne foi de mon guide.

Nous allâmes ensuite dans une ferme voisine, où nous trouvâmes une femme âgée et deux jeunes filles, qui nous déclarèrent toutes trois avoir vu tomber des pierres et en avoir eu une peur horrible : elles étoient seules en ce moment dans la maison, et s'attendoient incessamment à périr. Elles me montrèrent dans l'enclos de la ferme plusieurs trous dont elles avoient extrait des morceaux de ces pierres, et elles m'en remirent un échantillon. C'est toujours la même espèce.

Nous cherchâmes long-temps pour tâcher d'en découvrir nous-mêmes quelque reste; mais ce fut en vain. La terre avoit été humectée depuis par les pluies, l'herbe avoit crû, et les trous même dont on avoit extrait des

pierres s'étoient déjà remplis presque entièrement. Il étoit donc très-difficile d'en découvrir encore qui auroient échappé aux premières recherches. Nous cherchâmes surtout sous un arbre et dans une haie où l'on en avoit entendu tomber entre les branches, et d'où l'on avoit vu s'enfuir un oiseau ; mais nous ne trouvâmes rien. J'observai cependant que plusieurs branches de l'arbre et de la haie, situées dans une direction verticale, avoient évidemment souffert.

Après toutes ces recherches infructueuses nous allâmes dans une ferme voisine. On nous y fit encore les mêmes récits sur l'explosion et la chute du météore. Le fils de la maison, âgé de dix à douze ans, sa mère, et sa sœur âgée de quinze ou seize, étoient témoins de ces faits. Au milieu de cet effroyable bruit, qu'ils décrivent comme tous les autres, ils virent tomber une grosse pierre qui cassa une branche d'un poirier : le jeune homme courut pour la ramasser ; mais la trouvant enfoncée en terre, il cria à sa sœur d'apporter une bèche. Celle-ci vint ; mais à peine arrivée il lui passa devant le visage une petite pierre qui tomba à ses pieds. Alors elle n'eut rien de plus pressé que de s'enfuir, et la pierre ne fut ramassée que lorsque la peur se fut dissipée avec le danger. On m'a montré le poirier, et je rapporte un échantillon de la pierre qui en a cassé une des branches.

Plusieurs autres fermes environnantes m'ont fourni les mêmes témoignages, et partout on a vu les mêmes phénomènes.

Je quittai ce lieu pour me rendre au hameau du Mesle,

chez un laboureur nommé Gibon, qui étoit de la connoissance de mes guides. C'est un homme de soixante-quatre ans, plein de sens et de raison; il me reçut avec la plus grande cordialité. Lui, sa famille et ses gens, sont témoins oculaires du phénomène; ils en décrivent exactement les circonstances comme partout ailleurs. Le roulement ressembloit si bien au bruit du feu dans une cheminée, qu'ils crurent que la maison brûloit, et qu'ils coururent chercher de l'eau à la mare pour l'éteindre. « Nous avons vu, me dit ce vieillard, tomber » des pierres d'en haut. Moi, qui ne suis pas peureux » et qui étois fatigué, je ne me suis pas dérangé pour » les aller chercher; mais mes enfans y coururent et les » rapportèrent. Une d'elles tomba près de la mare, et » fit peur à une poule qui se trouvoit là; une autre tomba » sur le faîte de la maison et roula jusqu'à terre: nous » crûmes que c'étoit notre cheminée qui tomboit. » En voyant ce respectable laboureur on ne pouvoit douter que son témoignage ne fût l'expression exacte de la vérité.

On me donna un échantillon de cette pierre; on me montra sur le penchant de la toiture le lien de bois qui sert à retenir le chaume, et qu'elle avoit détaché. Il étoit tombé dans le clos beaucoup d'autres pierres que l'on avoit ramassées. On m'assuroit qu'il y en avoit une dans la mare et une autre dans un fossé à demi-desséché. Il falloit renoncer à la première; nous cherchâmes l'autre, mais inutilement.

Le fils de la maison, qui m'avoit déjà donné toutes

celles qui lui restoient, me dit qu'il en avoit trouvé dans un champ, à un quart de lieue de là. Je lui demandai s'il avoit pareillement visité tous les champs voisins. Il me répondit qu'il ne l'avoit pas fait; et comme le lieu qu'il indiquoit se rapprochoit de Saint-Nicolas-de-Sommaire, où je savois qu'il étoit tombé un grand nombre de ces pierres, je me décidai à entreprendre encore cette recherche, espérant que du moins cette fois je serois plus heureux.

En effet, après avoir cherché environ pendant une heure, par le soleil le plus ardent, nous en découvrîmes une que je retirai moi-même de la terre où elle étoit enfouie; je la tins long-temps brûlante dans ma main, tant étoit grande la chaleur à laquelle elle étoit exposée. Elle ressemble parfaitement à toutes celles que nous avions déjà.

Satisfait de cette petite découverte, j'examinai la nature du sol où nous étions et les diverses substances qui s'y trouvent. Je donnai à cet examen un temps et un soin proportionnés à son importance. C'est une terre assez légère, sur laquelle on trouve des cailloux et quelques scories de forge que l'on nomme du *laitier*. On dit que très-anciennement il y a eu dans ce lieu des forges qui ont été abandonnées. Au reste on sait combien ces scories diffèrent des pierres météoriques, et les paysans eux-mêmes n'y sont pas trompés; car, aux environs de l'Aigle, ils connoissent aujourd'hui parfaitement ces pierres, et savent très-bien les distinguer des autres, qu'ils nomment par opposition des pierres naturelles.

En revenant, mon jeune guide me montra dans les champs un berger qui passoit autrefois pour un incrédule, mais que la peur de ce terrible météore a converti.

De retour au village du Mesle, je partis aussitôt pour le bourg de Gloss. C'étoit un de ceux que mes précédentes informations m'indiquoient comme se trouvant sur la limite du météore. En effet il n'y étoit point tombé de pierres, quoiqu'on eût entendu violemment l'explosion au sud-ouest. Je sus qu'il étoit tombé quelques pierres, mais petites et en très-petit nombre, au hameau de la Belangère, situé à l'ouest de Gloss. Par ces récits et par les informations que je reçus, je me confirmai dans l'opinion qu'il n'étoit rien tombé dans les villages de Saint-Antonin et de Couvain.

D'après la course que je venois de faire et les renseignemens qu'elle m'avoit procurés, je connoissois les limites de l'explosion au sud, à l'est et au nord; il ne me restoit plus à parcourir que le côté de l'ouest, et en conséquence lorsque je partis de Gloss, qui est au nord-est de l'Aigle, je me dirigeai vers le sud-ouest.

J'allai d'abord au hameau de la Barne, dans l'habitation qui porte ce nom. Les personnes qui l'habitent avoient entendu le bruit du météore, et en avoient été fort effrayées; mais se trouvant alors dans leurs maisons, elles n'avoient pas vu de pierres tomber, et ne furent averties de ce phénomène que par leurs fermiers qui en apportèrent des morceaux qu'on venoit de trouver dans la cour. J'en reçus un échantillon.

Le maître de la maison m'accompagna jusqu'à sa

ferme, dont les gens me fournirent des témoignages beaucoup plus forts. Non seulement ils avoient vu et entendu le météore, mais les pierres tomboient en sifflant autour d'eux comme la grêle. Ils coururent à la mare, croyant que les bâtimens étoient en feu; leur peur étoit telle qu'ils s'attendoient à périr, et ils ne parloient encore de ce phénomène qu'avec effroi. Toutes les pierres tombées ici sont fort petites : ces gens en avoient tant ramassé qu'ils ont fini par les jeter dans la basse-cour, comme n'offrant aucun intérêt. Cependant on m'en donna encore plusieurs que l'on avoit conservées. Nous cherchâmes long-temps dans les herbages si nous pourrions en trouver encore sur la terre; mais ce fut en vain; l'herbe étoit devenue trop haute. On ne dit pas ici que ces pierres fussent chaudes lorsqu'on les ramassa; ce qui tient sans doute à leur peu de volume.

J'allai de là au hameau de Boislaville, et je me présentai dans l'habitation qui porte ce nom. Le propriétaire, à qui je m'adressai, est un jeune homme de vingt-huit à trente ans, qui paroît instruit et bien né; il a servi pendant la guerre de la révolution, et n'est par conséquent pas susceptible d'être effrayé par un coup de tonnerre. Ces particularités donnant beaucoup de poids à son témoignage, je l'ai recueilli avec une attention particulière, et je le rapporte fidèlement.

Le citoyen Boislaville étoit au milieu de sa cour, tête nue; il entendit subitement comme trois ou quatre coups de canon, suivis d'une espèce de décharge qui ressembloit

à une fusillade, après quoi il se fit comme un épouvantable roulement de tambours, accompagné de sifflemens très-forts causés par des pierres qui tomboient sur la terre. L'air étoit tranquille et le ciel serein; seulement on observoit directement au-dessus de la cour un petit nuage noir qui paroissoit immobile, et duquel sembloit partir tout ce bruit. On ramassa sur-le-champ une grande quantité de pierres météoriques dans l'enclos qui environne la maison : elles étoient toutes extrêmement petites. Le citoyen Boislaville m'en a donné plusieurs morceaux.

La mère du citoyen Boislaville, dame âgée et très-respectable, attestoit la même chose avec les mêmes détails. Tous ses gens avoient vu les mêmes effets, et leurs récits s'accordoient entre eux. Ils avoient été extrêmement effrayés; les animaux s'agitoient violemment, et l'on crut que le feu étoit partout dans la maison.

Le citoyen Boislaville avoit pris des informations pour savoir s'il étoit tombé des pierres au bourg de la Ferté-Frenel; mais on n'en avoit pas vu, et cela s'accorde avec les rapports qui m'avoient été faits d'ailleurs.

Ici, comme à la Barne, le sol est de bonne terre franche, ainsi que celui des champs et des herbages environnans; on n'y trouve point de cailloux, et l'on y bâtit avec de la la brique. Le citoyen Boislaville est bien certain qu'on n'a jamais vu dans le pays de pierres semblables à celles qui sont tombées.

Voilà donc un témoin que son caractère moral met à l'abri des illusions de la crainte et au-dessus du soupçon

d'infidélité. Son récit coïncide dans les plus petits détails avec ce que l'on rapporte partout aux environs. Un pareil accord pourroit-il exister, s'il n'avoit la vérité pour base ?

De Boislaville je passai à la ferme de la Blandinière, où l'on m'avoit dit qu'il étoit tombé des pierres météoriques en assez grande quantité, mais fort petites. Je ne trouvai dans la maison qu'une femme âgée qui ne put me donner beaucoup de détails, mais qui me confirma dans ce que je savois. De là je vins au hameau du Teil, où je m'attendois à trouver très-peu de ces pierres ; en effet il n'en étoit tombé qu'un petit nombre, et de fort petites. Il étoit par cela même difficile d'en obtenir des échantillons, les habitans y tenant d'autant plus qu'elles sont plus rares. J'éprouvai une semblable difficulté, par une semblable cause, au village des Guillemins, qui est voisin du précédent ; cependant on me donna une de ces pierres qui étoit tombée devant la porte d'une maison avec plusieurs autres que l'on me montra, et qui étoient pareillement d'un très-petit volume. Je jugeai par tous ces signes que je me trouvois sur la limite occidentale de l'explosion. En effet, je m'assurai en poussant plus loin, qu'on n'a pas aperçu de pierres météoriques au-delà de cet endroit ; il n'en est point tombé au bourg de Gauville.

En reprenant ma route vers l'Aigle je m'arrêtai au château de Corboyer. Je savois qu'il étoit tombé beaucoup de pierres dans cet endroit. En effet, les ouvriers qui travailloient alors dans la cour me dirent qu'ils

avoient eû une grande frayeur en les entendant siffler autour d'eux, et les voyant descendre le long des toits, comme auroit fait la grêle. Le propriétaire étoit absent; je parlai au concierge, qui me parut un homme fort intelligent. Il me confirma tous ces faits et me mena chez le maire du lieu, qui me donna un morceau d'une pierre tombée devant sa maison, et m'assura que l'on n'en avoit jamais vu de semblable dans le pays. Ici, comme dans tous les endroits que j'ai parcourus, il y a autant de témoins que d'habitans, et leurs récits sont unanimes.

Le lendemain de l'explosion le maire avoit écrit au sous-préfet d'Argentan pour lui annoncer cette épouvantable pluie de pierres; il en avoit même joint à sa lettre un échantillon, et c'étoit celle dont on m'avoit parlé à Seez. Mais, avant d'écrire à Alençon, le sous-préfet avoit cru devoir prendre des renseignemens ultérieurs, qui se trouvèrent retardés par diverses circonstances. C'est pour cela que le citoyen Lamagdelaine n'avoit aucune connoissance du fait.

Je rentrai à l'Aigle à dix heures du soir, apportant avec moi tous les échantillons que l'on m'avoit donnés, ainsi que les notes qui les accompagnoient, et que j'avois prises sur les lieux; le lendemain je m'occupai à les mettre en ordre. Quoique ces renseignemens me parussent suffire pour établir la réalité du phénomène, je ne négligai rien pendant mon séjour à l'Aigle pour les compléter, et je cherchai avec une égale bonne foi tout ce qui pouvoit les confirmer ou les combattre; mais, sous

ce dernier rapport, je ne trouvai aucune objection plausible, surtout pas une seule observation, pas un seul récit fait sur les lieux qui contredît les résultats de mes informations.

Cependant je voulus employer encore un dernier moyen pour les vérifier. C'est un usage parmi les paysans des environs de se rassembler le dimanche matin sur la place de l'Aigle. J'allai, un de ces jours, au milieu d'eux, je les interrogeai, et, d'après les récits qu'ils faisoient sur le météore, je pus constamment déterminer le canton qu'ils habitoient; car ceux qui avoient vu tomber des pierres étoient en-deçà des limites que j'avois parcourues, et ceux qui n'en avoient pas vu tomber étoient en dehors. Il n'y eut point d'exception à cette règle. J'en conclus que j'avois bien circonscrit l'étendue sur laquelle le météore avoit éclaté.

Ce fut au milieu de ces groupes, où l'on n'étoit point du tout étonné de voir mettre de l'importance à ce phénomène, que l'on m'indiqua celui de tous les paysans des environs qui paroissoit avoir couru le plus grand danger. C'est un nommé Piche, tireur de fil de fer, demeurant au village des Aunées, commune de Gloss. Lors de l'explosion il travailloit en plein air, avec plusieurs autres ouvriers : une pierre rasa le long de son bras, et tomba à ses pieds; il voulut la ramasser, mais elle étoit brûlante, et il la laissa retomber tout effrayé. Ce fait, qui m'avoit été raconté d'abord sur la place par les paysans, me fut confirmé par cet homme lorsqu'ils me l'eurent amené. Il n'avoit plus cette pierre,

qu'un intérêt bien étranger aux sciences avoit fait avidement recueillir et confondre avec plusieurs autres ; mais il me donna un morceau tombé en même temps, au même lieu, près de lui, et sous les yeux de tous ses compagnons.

Enfin, lorsque je me fus assuré par tous les moyens possibles que je n'avois plus de nouvelles lumières à acquérir ni de nouveaux renseignemens à espérer, je partis de l'Aigle le 16 messidor, et je revins à Paris.

Si l'on rapproche, d'après les règles de la critique, les témoignages moraux et physiques que je viens de rapporter avec fidélité, on y trouvera une réunion de preuves dont l'accord ne convient qu'à la vérité même.

En effet, considérons d'abord les témoignages physiques.

On n'a jamais vu, avant l'explosion du 6 floréal, de pierres météoriques entre les mains des habitans du pays.

Les collections minéralogiques faites avec le plus de soins, depuis plusieurs années, pour recueillir les produits du département, ne renferment rien de semblable; les mémoires que possède le conseil des mines sur la minéralogie et la géologie des environs de l'Aigle n'en font aucune mention.

Les fonderies, les usines, les mines des environs que j'ai visitées, n'ont rien dans leurs produits ni dans leurs scories qui ait avec ces substances le moindre rapport. On ne voit dans le pays aucune trace de volcan.

Tout-à-coup, et précisément depuis l'époque du

météore, on trouve ces pierres sur le sol et dans les mains des habitans du pays, qui les connoissent mieux qu'aucune autre; elles sont si communes que l'on peut estimer le nombre de celles que l'on montre à deux ou trois mille.

Ces pierres ne se rencontrent que dans une étendue déterminée, sur des terrains étrangers aux substances qu'elles renferment, dans des lieux où il seroit impossible qu'en raison de leur volume et de leur nombre elles eussent échappé aux regards.

Les plus grosses de ces pierres, lorsqu'on les casse, exhalent encore une odeur sulfureuse très-forte dans leur intérieur; celle de leur surface a disparu, et les plus petites n'en exhalent plus qui soit sensible: en sorte que l'odeur exhalée par les plus grosses paroît aussi de nature à disparoître avec le temps.

Ce sont là autant de preuves physiques qui attestent que les pierres météoriques des environs de l'Aigle sont étrangères aux lieux où elles ont été trouvées; qu'elles y ont été transportées récemment, depuis l'époque de l'explosion, et par une cause qui a modifié les principes qu'elles renferment.

Maintenant, si l'on consulte les témoignages moraux, que trouve-t-on? Vingt hameaux dispersés sur une étendue de plus de deux lieues carrées, dont presque tous les habitans se donnent pour témoins oculaires et attestent qu'une épouvantable pluie de pierres a été lancée par le météore. Dans le nombre se trouvent des hommes faits, des femmes, des enfans, des vieillards; ce sont

des paysans simples et grossiers, qui demeurent à une grande distance les uns des autres; des laboureurs pleins de sens et de raison; des ecclésiastiques respectables; des jeunes gens qui, ayant été militaires, sont à l'abri des illusions de la peur: toutes ces personnes, de professions, de mœurs, d'opinions si différentes, n'ayant que peu ou point de relations entre elles, sont tout-à-coup d'accord pour attester un même fait qu'elles n'ont aucun intérêt à supposer; elles le rapportent toutes au même jour, à la même heure, au même instant, avec les mêmes circonstances, avec les mêmes comparaisons; et ce fait, si universellement, si fortement attesté, n'est qu'une conséquence des preuves physiques rassemblées précédemment, c'est qu'il est tombé dans le pays des pierres d'une nature particulière à la suite de l'explosion du 6 floréal.

Bien plus, on montre encore des traces, des débris, qui attestent matériellement la chute de ces masses, dont on ne parle qu'avec effroi. On dit les avoir vues descendre le long des toits, casser des branches d'arbres, rejaillir en tombant sur le pavé; on dit qu'on a vu la terre fumer autour des plus grosses, et qu'on les a tenues brûlantes dans les mains. Ces récits ne se font, ces traces ne se montrent que dans une étendue de terrain déterminée. C'est là seulement, qu'il est possible de trouver encore quelques pierres météoriques; on n'en connoît pas un seul morceau qui ait été trouvé sur le terrain hors de cet arrondissement, et il n'y a pas un seul témoin qui prétende avoir vu tomber des pierres ailleurs.

Enfin une troisième espèce de preuve résulte de certaines particularités physiques unanimement racontées par les habitans du pays, qui sont trop peu éclairés pour en avoir prévu les conséquences : je veux parler des changemens successifs observés dans la dureté de ces pierres et dans l'odeur qu'elles exhaloient; changemens qui, au rapport des témoins, parmi lesquels il faut compter notre confrère Leblond, se sont opérés dans l'espace de quelques jours après l'explosion du météore; changemens dont j'ai moi-même observé très-sensiblement les traces en cassant des morceaux de dimensions différentes; et ce nouveau rapprochement des témoignages et des faits ne sert qu'à montrer entre eux un nouvel accord.

Ainsi toutes les preuves, soit physiques, soit morales, qu'il a été possible de recueillir, se concentrent et convergent pour ainsi dire vers un point unique; et si l'on considère la manière dont nous avons été conduits, par la comparaison des témoignages, au lieu de l'explosion, le nombre des renseignemens pris sur les lieux, et leur accord avec ceux qui avoient été recueillis à dix lieues de là; la multitude des témoins, leur caractère moral, la ressemblance de leurs récits et leur coïncidence parfaite, de quelque part qu'ils soient venus, sans qu'il ait été possible de découvrir à cet égard une seule exception, on en conclura sans le moindre doute que le fait sur lequel ces preuves se réunissent est réellement arrivé, et qu'*il est tombé des pierres aux environs de l'Aigle le 6 floréal an* 11.

Alors l'ensemble des témoignages donnera de ce phénomène la description suivante.

Le mardi 6 floréal an 11, vers une heure après midi, le temps étant serein, on aperçut de Caen, de Pont-Audemer et des environs d'Alençon, de Falaise et de Verneuil, un globe enflammé, d'un éclat très-brillant, et qui se mouvoit dans l'atmosphère avec beaucoup de rapidité.

Quelques instans après on entendit à l'Aigle et autour de cette ville, dans un arrondissement de plus de trente lieues de rayon, une explosion violente qui dura cinq ou six minutes.

Ce furent d'abord trois ou quatre coups semblables à des coups de canon, suivis d'une espèce de décharge qui ressembloit à une fusillade; après quoi on entendit comme un épouvantable roulement de tambours. L'air étoit tranquille et le ciel serein, à l'exception de quelques nuages, comme on en voit fréquemment.

Ce bruit partoit d'un petit nuage qui avoit la forme d'un rectangle, et dont le plus grand côté étoit dirigé est-ouest. Il parut immobile pendant tout le temps que dura le phénomène; seulement les vapeurs qui le composoient s'écartoient momentanément de différens côtés par l'effet des explosions successives. Ce nuage se trouva à peu près à une demi-lieue au nord-nord-ouest de la ville de l'Aigle : il étoit très-élevé dans l'atmosphère; car les habitans de la Vassolerie et de Boislaville, hameaux situés à plus d'une lieue de distance l'un de l'autre,

l'observèrent en même temps au-dessus de leurs têtes. Dans tout le canton sur lequel ce nuage planoit on entendit des sifflemens semblables à ceux d'une pierre lancée par une fronde, et l'on vit en même temps tomber une multitude de masses solides exactement semblables à celles que l'on a désignées sous le nom de pierres météoriques.

L'arrondissement dans lequel ces masses ont été lancées a pour limites le château du Fontenil, le hameau de la Vassolerie et les villages de Saint-Pierre-le-Sommaire, Gloss, Gouvain, Gauville et Saint-Michel-de-Sommaire.

C'est une étendue elliptique d'environ deux lieues et demie de long sur à peu près une de large, la plus grande dimension étant dirigée du sud-est au nord-ouest, par une déclinaison d'environ 22° : c'est la direction actuelle du méridien magnétique à l'Aigle.

On peut tirer de là quelques lumières sur la direction du météore. En effet, s'il eût éclaté en un seul instant, les pierres eussent été lancées sur une étendue à peu près circulaire; mais la durée du bruit annonce une suite d'explosions successives qui ont dû répandre des pierres sur une étendue allongée dans le sens suivant lequel le météore marchoit. Cet allongement indique donc la direction horizontale du météore; et en rapprochant ce résultat des témoignages qui font tomber le globe de feu du côté du nord, on en conclura, avec une grande apparence de certitude, que le météore marchoit du sud-est au nord-ouest, par une déclinaison d'environ 22°.

Si les observations faites sur la durée du bruit pouvoient être regardées comme exactes, on en déduiroit la vitesse horizontale du météore d'après l'ellipticité de l'étendue dans laquelle les pierres ont été lancées ; mais je ne sache pas qu'il ait été fait sur ce point aucune observation précise, et à cet égard on ne peut compter que sur l'exactitude des instrumens, parce que l'étonnement porte toujours à augmenter la durée d'un phénomène dont la continuité nous cause quelque surprise. On peut seulement présumer d'après ces données que la vitesse horizontale du météore lorsqu'il a éclaté étoit peu considérable, et c'est probablement pour cela qu'on le croyoit tout-à-fait immobile. Cela n'empêche pas d'ailleurs qu'il ne pût avoir une très-grande vitesse dans le sens vertical, puisque la vitesse horizontale est la seule que ce genre d'observations puisse faire connoître.

Les plus grosses pierres sont tombées à l'extrémité sud-est du grand axe de l'ellipse, du côté du Fontenil et de la Vassolerie ; les plus petites sont tombées à l'autre extrémité, et les moyennes entre ces deux points. D'après ces considérations précédemment rapportées, les plus grosses paroîtroient être tombées les premières.

La plus grosse de toutes celles que l'on a trouvées pesoit $8^{k}5$ (17 livres $\frac{1}{2}$), au moment où elle tomba ; la plus petite que j'aie vue et que j'ai rapportée avec moi, ne pèse que 7 ou 8 grammes (environ 2 gros) ; cette dernière est donc environ mille fois plus petite que la précédente. Le nombre de toutes celles qui sont tombées peut être évalué à deux ou trois mille.

Les échantillons de pierres météoriques, dont il a été question dans ce mémoire, sont déposés au Muséum d'histoire naturelle. Le citoyen Thénard a bien voulu en analyser quelques-uns, et il a trouvé :

Silice	46
Fer oxidé	45
Magnésie	10
Nickel	2
Soufre, environ	5
	108

D'où il faut retrancher la quantité d'oxigène qui s'est unie au métal pendant l'opération. Les divers morceaux que l'on a essayés comparativement n'ont point offert de différences appréciables, quoique choisis parmi ceux que leur aspect ou le lieu de leur chute sembloient devoir distinguer le plus les uns des autres.

On voit, par cette analyse, que les pierres tombées aux environs de l'Aigle sont composées des mêmes principes que les masses météoriques jusqu'à présent connues; elles contiennent seulement un peu moins de magnésie, et un peu plus de fer.

Ces résultats sont tout-à-fait d'accord avec ceux que M. Vauquelin avoit déjà obtenus en analysant les premiers échantillons envoyés de l'Aigle à M. Fourcroy.

Au reste, quelle que soit l'origine de ces pierres, on ne doit pas s'étonner de trouver quelques différences dans les rapports des substances qui les composent,

puisqu'elles sont unies par une simple aggrégation, et non par une combinaison intime.

Je me suis borné dans cette relation à un simple exposé des faits ; j'ai tâché de les voir comme tout autre les auroit vus, et j'ai mis tous mes soins à les présenter avec exactitude. Je laisse à la sagacité des physiciens les nombreuses conséquences que l'on en peut déduire, et je m'estimerai heureux s'ils trouvent que j'ai réussi à mettre hors de doute un des plus étonnans phénomènes que les hommes aient jamais observés.

MÉMOIRE

Sur les observations qu'il est important de faire sur les marées dans les différens ports de la République.

Par Pierre Lévêque.

Lu le 26 floréal an 11.

Dans sa séance du 12 floréal dernier la classe a nommé une commission composée de MM. Laplace, Rochon et moi, pour lui proposer un plan d'observations à faire sur les marées dans les différens ports de la République. Le mémoire suivant renferme les vues des commissaires sur cet important objet.

Dans les sciences naturelles, les théories ne sont d'abord qu'une explication plus ou moins ingénieuse des phénomènes, qui est nécessairement subordonnée au nombre des faits connus et à la précision avec laquelle ils ont été observés : ce n'est, à proprement parler, qu'une espèce de cadre plus ou moins étendu qui embrasse ce qu'on connoît sur l'objet dont il s'agit.

On demeure long-temps attaché à ces premières théories, ou plutôt à ces premières ébauches ; le temps et

l'autorité des auteurs leur donnent même une sorte de sanction dont l'effet est de dispenser d'observer autant qu'il seroit nécessaire ; et par-là de rendre la science stationnaire pendant d'assez longs intervalles de temps. Ce n'est guère que lorsque la masse des faits devient assez imposante par leur ensemble, qu'on se résigne enfin à abandonner ces explications prématurées, pour adopter d'autres principes. L'expérience est le premier et le principal instrument de toutes nos connoissances physiques ; cependant il a fallu que l'esprit humain ait fait de grands progrès pour en être bien convaincu : aussi la philosophie expérimentale est-elle une science toute moderne.

Mais si le nombre et la précision des observations peuvent seuls donner naissance aux véritables théories, d'un autre côté ce n'est que lorsqu'on est parvenu à connoître les véritables lois de la nature qu'on sent bien la nécessité des bonnes observations ; et ce n'est aussi qu'à cette époque que, dans chaque partie des sciences naturelles, l'art d'observer fait de véritables progrès et qu'il étend son domaine.

Parmi les grands phénomènes de la nature celui du flux et reflux de la mer a toujours été un objet d'admiration pour tous les hommes, et de méditation et même de tourment pour les philosophes. — Pythéas soupçonna que les marées étoient réglées par la lune ; Strabon en a passablement bien décrit les principaux phénomènes, et de temps en temps on a vu paroître différentes opinions sur les causes du flux et reflux de

la mer, dont la plus remarquable par le nombre et le caractère de ses partisans est celle de Descartes. On trouve à la vérité quelques passages dans les auteurs anciens, qui en attribuent la cause à l'attraction des corps célestes : mais ces idées, qui n'étoient que de simples aperçus, sont demeurées stériles jusqu'à Newton, parce qu'on n'a pas réellement de véritables connoissances lorsqu'on n'est pas assez avancé pour les soumettre à l'analyse et en faire l'objet d'un calcul rigoureux; ce n'est proprement qu'à cette époque que la science commence.

Les observations les plus grossières et même les plus circonscrites à une localité ont dû, long-temps avant Pythéas, faire soupçonner que les marées sont réglées par la lune : tous les habitans des côtes de l'Océan en ont dû être promptement convaincus. Ainsi tout annonçant ce fait avec la même évidence que le retour des saisons, on ne peut attribuer une grande gloire aux auteurs qui en ont parlé les premiers : ce n'est pas là, à proprement parler, une découverte, ni même une observation tant soit peu profonde. Jusqu'à Newton on a été dans la plus complète ignorance des vraies causes de ce merveilleux phénomène; jusqu'à lui on n'a cessé de s'égarer dans de vaines hypothèses, et on étoit bien loin de soupçonner qu'il étoit soumis à la même loi qui règle et détermine les mouvemens des différentes parties du système planétaire.

Malgré cette profonde ignorance de causes, la navigation, cet art qui met tous les autres à contribution,

a de bonne heure tiré un grand parti des effets. Il a suffi d'observer que le retard journalier des marées est sensiblement uniforme, qu'elles reviennent aux mêmes heures tous les quinze jours, et que les plus fortes ont lieu au temps des nouvelles et pleines lunes; il a suffi, dis-je, de ces connoissances de fait pour pouvoir calculer l'heure de la haute mer avec une précision dont on se contentoit, et qui même étoit suffisante pour les besoins de ces premières époques.

Maintenant que nous n'avons plus rien à desirer sur la théorie du flux et reflux de la mer; que, graces aux progrès de l'analyse depuis Newton, on a suivi tous les détails et calculé tous les effets avec la précision qu'on exige dans le calcul des phénomènes astronomiques; il est temps de multiplier et de perfectionner les observations, non pour confirmer une théorie qui n'a plus besoin de l'être, mais pour assurer la détermination de plusieurs points délicats du système du monde, et aussi pour rendre raison de quelques anomalies apparentes qu'on remarque dans quelques régions du globe, et pour leur assigner leur véritable cause. On est bien certain que ces anomalies sont une suite du mouvement général, qui se trouve alors modifié par des circonstances locales; mais il faut pouvoir évaluer l'influence de ces circonstances dans chaque port, et cela ne peut se faire que par de bonnes observations.

La sûreté de la navigation est d'ailleurs fortement intéressée à ces observations, et aux résultats qui doivent en être la suite; car, vu le grand tirant d'eau des vais-

seaux, il importe beaucoup qu'on puisse calculer avec précision l'heure de la haute mer, non-seulement dans l'intérieur des ports, mais plus particulièrement encore dans les endroits épineux qui sont vers leur embouchure, où les vaisseaux ne peuvent passer avec sûreté qu'au moment de la pleine mer. Il faut pouvoir régler sa navigation de manière à ne se trouver dans ces passages dangereux qu'au moment où ils cessent de l'être, c'est-à-dire vers le temps de la haute mer. Enfin toute la navigation côtière a le plus grand besoin de connoissances exactes sur le mouvement des marées : or il est temps de mettre la main à l'œuvre, pour faire jouir la marine et le commerce des avantages résultans de l'état actuel de nos connoissances. L'utilité publique est le seul but des méditations et des recherches des physiciens géomètres.

Au commencement du dernier siècle, l'Académie des sciences sentit vivement la nécessité d'avoir de bonnes observations : elle présenta à M. le comte de Pontchartrain, alors chargé du département de la marine, un mémoire en forme d'instruction sur la nécessité de charger des personnes habiles et intelligentes d'observer le flux et reflux de la mer, et sur la méthode que l'on doit suivre pour faire ces observations. Le P. Gouye et La Hire rédigèrent ce mémoire d'après les vues de la compagnie. Le ministre chargea de ce travail les professeurs de navigation établis dans les ports, et l'Académie reçut plusieurs suites d'observations, dont les principales furent celles faites à Dunkerque et au Havre

pendant les années 1701 et 1702, les premières par M. Baert, et celles du Havre par M. Bossaye du Bocage, tous deux professeurs de navigation.

Cassini fils a discuté ces observations dans les *Mémoires de l'Académie* de 1710, ainsi que d'autres plus anciennes faites à Brest en 1679 et à Baïonne en 1680, par La Hire et Picard. Il a pareillement discuté, dans les *Mémoires* de 1712 et de 1713, une longue suite d'observations faites à Brest dans les années 1711 et 1712 : elle fut commencée par M. Montier, puis continuée et étendue jusqu'à 1716 par M. Coubart, habile professeur de navigation. Ces dernières expériences sont particulièrement recommandables par leur nombre et les attentions qu'on y a apportées. On doit regretter que les observations de l'année 1713 aient été perdues.

Quoique Cassini fût attaché au système de Descartes, qui étoit alors en vogue, il n'en est pas moins vrai que son travail au sujet des observations dont nous venons de parler, a été très-utile, et que pendant long-temps il a formé les seules connoissances positives que nous ayons eues sur le cours des marées. C'est avec le secours de ce travail que Daniel Bernoulli, aidé d'ailleurs de la théorie, a formé sa *Table du retardement des marées*, qui a été et est encore si utile aux navigateurs. Les systèmes prématurés périssent, mais les faits sont éternels. Nous pourrions citer une foule d'occasions où l'Académie des sciences a eu non-seulement en vue les progrès rationnels des sciences, mais leur application aux plus grands objets d'utilité publique : aucune société

savante n'a porté aussi loin sa sollicitude à cet égard; la marine surtout lui aura d'éternelles obligations. C'est à l'Académie des sciences que l'Europe maritime est redevable des premières lumières sur la théorie de la construction des vaisseaux, sur leur manœuvre, etc.; c'est aussi de son sein que sont sorties les premières notions judicieuses sur le jaugeage des vaisseaux, etc.

Outre la théorie, le calcul des marées repose sur des faits; il repose principalement sur la connoissance de ce qu'on appelle l'*établissement des ports*. Nous en avons, à la vérité, des tables très-étendues; mais cette partie a besoin d'être rectifiée, et appelle votre sollicitude. L'établissement de la majorité des ports n'est pas connu avec la précision que comporte l'état de nos connoissances, ni même avec celle qu'exige la sûreté de la pratique. Une chose assez étrange, c'est que les dernières expéditions autour du monde nous ont fourni, pour des régions éloignées de nous de plusieurs milliers de lieues, des données plus précises que celles que nous avons pour beaucoup de ports de notre voisinage, et que nous fréquentons tous les jours.

La suite des observations de Brest dont nous avons parlé forme un ensemble dont la théorie fournit tous les résultats avec une précision imposante. De semblables matériaux pour les autres ports ne laisseroient sans doute plus rien à désirer pour la pratique; mais il seroit toujours utile d'observer, surtout dans les circonstances où les causes concourent ensemble pour donner les plus grandes ou les plus petites marées. Il seroit donc important de

faire des observations lorsque le périgée ou l'apogée de la lune et du soleil concourent avec la syzygie; lorsque le périgée de la lune, concourant avec la sysygie, ces deux astres sont voisins de l'équateur ou des tropiques, etc. Les marées des quadratures, quoique moins importantes pour les opérations du service maritime, ne présentent pas moins d'intérêt dans leur marche, et, dans tous les cas, les observations deviennent importantes pour évaluer l'effet des circonstances accessoires. On observe sans cesse les éclipses, quoiqu'il ne soit nullement nécessaire de vérifier les principes sur lesquels leur prédiction est établie.

La marée de la nouvelle lune de germinal dernier fournit un exemple de l'utilité des observations : elle a été observée à Brest par notre confrère Rochon. Les circonstances étoient des plus favorables pour produire une très-grande marée, et cela est effectivement arrivé; mais ce qui rend cette observation vraiment importante, c'est que le temps s'étant trouvé presque calme, cette marée a été uniquement produite par la cause générale, sans aucune complication météorologique, et qu'elle n'en a pas moins été une des plus fortes qu'on ait encore observées dans ce port. Les observations de cette marée, faites à Calais par M. Septfontaines, sont aussi très-importantes.

D'après toutes ces considérations, la classe, dont l'objet principal est d'étendre ses recherches sur tous les objets d'utilité publique, ne peut manquer de prendre un grand intérêt au plan d'observations que nous allons

lui proposer, et qui doit servir d'instruction aux personnes qui seront chargées de son exécution. Cet exemple ne peut d'ailleurs manquer d'être suivi par les nations étrangères. La classe a sur ce dernier point une influence réelle par sa correspondance.

Votre commission pense,

1°. Qu'on doit multiplier les observations autant qu'il sera possible.

2°. Qu'il est surtout essentiel d'observer toutes les circonstances des marées des jours des syzygies et des quadratures, ainsi que celles des marées des trois jours qui suivent ces phases.

3°. Les observateurs devront tenir un journal de leurs observations. Ce journal doit être assez circonstancié pour faciliter le dépouillement, la comparaison et la discussion des observations. La forme en est indifférente; mais vos commissaires pensent que des tableaux distribués en colonnes ainsi qu'il suit, conviendroient très-bien.

A la tête de la page de chaque mois on écriroit l'heure vraie des phases de la lune, réduite au méridien du lieu.

La première colonne contiendroit le quantième du mois; la deuxième, le temps vrai du passage de la lune au méridien du lieu, en heures et minutes; dans la troisième on marqueroit l'heure vraie de la haute mer; dans la quatrième, la hauteur de la marée en mètres et décimales du mètre; dans la cinquième, l'heure vraie de

la basse mer, et dans la sixième le degré désigné par l'échelle au moment de la basse mer.

Une septième colonne contiendroit le diamètre apparent du soleil au moment de la haute mer; une huitième, la déclinaison du soleil au même instant, en degrés et minutes seulement. Enfin la neuvième et la dixième colonnes contiendroient, l'une le diamètre apparent de la lune au moment de la haute mer, et l'autre la déclinaison de la lune au même instant, exprimée en degrés et minutes seulement. On pourra même se contenter de remplir ces quatre dernières colonnes pour les observations de marées des jours des syzygies, des quadratures et des trois jours suivans.

A ces dix colonnes principales il sera utile d'ajouter une colonne de remarques et d'observations particulières, dans laquelle on écrira l'état de l'atmosphère, principalement la direction du vent et sa force pendant la durée du flot et du jusant; on y marquera aussi la direction de la marée montante et descendante. Quoiqu'il ne paroisse pas indispensable de tenir note de la hauteur du baromètre et du degré du thermomètre, il est toujours utile d'inviter les observateurs à marquer, autant qu'il leur sera possible, ces deux élémens dans leur journal d'observations.

4°. Le premier soin des observateurs sera l'établissement de l'*échelle métrique des marées*. Chacun choisira dans sa localité l'endroit le plus convenable et le plus à sa portée, on aura surtout soin que le zéro de cette échelle ne reste jamais à sec, même dans les plus basses eaux.

Vos commissaires pensent que, dans les départemens maritimes, le lieu d'observation doit être hors de l'enceinte du port, afin d'éviter les embarras inséparables des grands mouvemens maritimes, et pour avoir la facilité d'y communiquer pendant la nuit. Ils jugent aussi, en général, que l'extérieur du port est plus convenable que l'intérieur pour avoir de bonnes observations : ils proposent en conséquence qu'à Brest l'échelle métrique soit établie sur la rade, dans le voisinage de l'observatoire, et que ces observations soient comprises dans les attributions du directeur et du sous-directeur de l'observatoire.

Dans les lieux où les marées s'élèvent à une hauteur telle que les vaisseaux du premier rang peuvent passer sans danger dans des endroits qui étoient à sec quelques heures auparavant, comme il arrive à Saint-Malo et à Granville, il ne sera pas toujours facile de se procurer une échelle propre à marquer la haute et la basse mer. Dans ce cas, l'observateur établira deux portions d'échelle, l'une pour évaluer la haute mer, et l'autre pour la basse mer, et, par un nivellement exact, il déterminera de combien le zéro de la première échelle est élevé au-dessus du zéro de la seconde. Ce dernier parti a plusieurs avantages, et est même indispensable dans les localités où la mer laisse une grande plage à découvert.

Autant qu'il dépendra d'eux, les observateurs feront en sorte que ces échelles soient fixes et permanentes : en conséquence ils les établiront sur les jetées, sur le revêtement des fortifications, et, en cas de besoin, sur

les rochers; ils auront soin qu'elles soient, autant qu'il sera possible, à l'abri, afin que la grande houpée de la mer, dans certains cas, ne nuise pas trop à la précision des observations et ne les rende pas trop incommodes.

Les observations faites en 1701 et 1702, par M. Baert, présentent un appareil commode employé par ce professeur pour diminuer l'effet de ces oscillations nuisibles, lequel a été ensuite employé à Brest dans les dernières observations que nous avons rapportées. Cet appareil consistoit en un tuyau carré, formé de quatre planches, ouvert par le bas et fermé en haut par un couvercle percé d'un trou à son milieu. Ce tuyau étoit placé verticalement, fortement contenu, et entouré d'une guérite pour mettre l'observateur à couvert et lui donner le moyen d'observer commodément. Dans l'intérieur du tuyau étoit un flotteur ou espèce de piston fort léger, surmonté d'une longue tige mince et légère, de bois ou d'un fil de métal, qui sortoit hors du tuyau, et marquoit par ses divisions la hauteur de la marée au-dessus d'un terme fixe. On sent qu'on pourroit aussi surmonter le tuyau d'une planche verticale, blanchie et divisée convenablement, et faire marquer la hauteur de la marée sur cette planche par l'extrémité de la tige; on pourroit même adapter un crayon à l'extrémité de la tige, qui traceroit sur la planche l'ascension de l'eau, et fourniroit le moyen d'avoir la hauteur de la marée dans l'absence de l'observateur. Au reste, vos commissaires abandonnent tous ces détails à l'industrie des observateurs; la seule condition essentielle étant l'exactitude, rien d'ailleurs n'étant difficile.

Il seroit à désirer qu'on établît des échelles métriques de marée dans tous les ports; elles seroient d'ailleurs utiles à d'autres objets de service maritime : mais comme on ne peut s'attendre que cela s'exécute partout où il seroit nécessaire, du moins aussi promptement qu'il est à désirer, vos commissaires pensent qu'il est indispensable de faire ces établissemens dans les endroits principaux, comme à Brest, à Lorient, à Saint-Malo, à Cherbourg, au Havre, à Dunkerque et à Flessingue. Ils observent de plus qu'il y a beaucoup d'endroits où les observations dont il s'agit peuvent se faire aisément et sans aucuns frais : ce sont ceux où l'État entretient des gardiens de jetées, de feux, de signaux, etc. pour la sûreté de la navigation, tels qu'au Boucaud, à Cordouan, aux tours de Chassiron et de la Baleine, au Pilier, dans divers points des côtes de Bretagne, à Granville, à Cherbourg, à Dieppe, etc. Ces gardiens peuvent aisément être stylés pour faire le matériel des observations, par les professeurs de navigation dans les ports où il y en a d'établis, et dans les autres endroits par d'autres personnes qui s'en feront un devoir et un plaisir.

5°. Le moment de la haute mer est un point essentiel à déterminer : il faudra donc que les observateurs s'assurent avec exactitude du temps vrai. Dans les lieux où, comme à Brest, il y a un observatoire, cela sera facile; mais dans les autres ports on déterminera le temps vrai par les hauteurs correspondantes, prises avec un octant, ou avec un sextant, ou avec un cercle de ré-

flexion, au moyen d'un horizon artificiel; et, à défaut d'horizon artificiel fait exprès, l'observateur pourra faire usage de la réflexion de l'eau, en garantissant le vase de l'action du vent.

Pour avoir plus exactement le moment de la haute mer, on observera, dans l'intervalle d'environ une demi-heure avant la haute mer, les heures auxquelles la mer répondra à différentes divisions de l'échelle, et lorsqu'elle descendra on observera pareillement à quelle heure elle arrivera aux mêmes divisions. Alors la moitié de l'intervalle de temps compris entre deux observations correspondantes indiquera l'heure de la haute mer d'après ces deux observations. Faisant la même chose pour chaque paire d'observations correspondantes, par un milieu entre tous les résultats, on conclura l'heure de la haute mer avec toute la précision qu'on peut désirer.

6°. Le moment précis de la basse mer, c'est-à-dire celui où la mer cesse de descendre, est également un objet essentiel. Pour le déterminer on doit pareillement faire usage d'observations correspondantes. En conséquence, aux environs d'une demi-heure avant la basse mer l'observateur notera l'heure à laquelle l'eau arrivera successivement à différentes divisions de l'échelle, et lors du retour du flot il notera également l'heure à laquelle la mer parviendra aux mêmes divisions; d'où il conclura l'heure du plus grand abaissement de la mer.

7°. Dans les endroits où l'on n'aura aucune des commodités dont nous venons de parler, on pourra encore

y faire des observations utiles. — Pour avoir le temps vrai il suffira de tracer une méridienne pour y régler une montre ordinaire. — Les algues, les flocons d'écume que la mer abandonne à chaque marée sur les plages lorsqu'elle se retire, marquent avec précision l'endroit où elle a monté; il ne s'agit que de déterminer l'instant où elle est parvenue à cette hauteur. Pour cela, dans l'intervalle d'une demi-heure avant la pleine mer, il suffira de planter quelques piquets à l'endroit de la plage où le flot aboutit, et d'en noter le temps; ensuite, lorsque la mer descendra, on observera sur la montre à quelle heure le flot arrivera successivement aux mêmes marques : ce qui fournira le moyen de conclure l'heure de la haute mer avec une assez grande précision. On emploiera le même moyen pour déterminer le moment précis de la basse mer.

Ces dernières observations ne fournissent pas immédiatement la hauteur absolue des marées; mais ayant marqué sur le rivage l'endroit où la mer s'est élevée et celui où elle est descendue, il est facile de conclure son élévation totale par un nivellement; opération qu'on peut même remettre à une autre fois, lorsque les marques sont permanentes et distinctes. Si l'on observoit constamment dans le même endroit, on pourroit fixer à demeure de grosses pierres sur le rivage, et transporter une fois pour toutes leur différence de niveau sur un rocher voisin : on se formeroit ainsi, sur la déclivité même du rivage, une échelle très-exacte dont les parties seroient très-grandes. C'est un fait d'observation que la pente des côtes

sablonneuses battues de la mer est constante dans chaque localité, et que les variations d'une localité à l'autre sont même assez petites. S'il ne s'agissoit pas de profiter des édifices déjà construits pour établir des échelles de marées, nous préférerions des échelles qui suivroient la déclivité de la côte aux échelles verticales; leur construction seroit bien moins dispendieuse et leur usage plus commode. Lorsqu'elles suivroient exactement la pente naturelle de la côte, la mer y seroit très-douce, et les observations plus exactes et plus faciles. Quelques carreaux de pierre posés à demeure, et un nivellement une fois fait, seroient toute la dépense.

Dans ce qui précède nous avons prescrit de faire les observations correspondantes pendant la demi-heure qui précède l'instant de la pleine et de la basse mer, et pendant la demi-heure qui les suivent; mais ce conseil n'est ici donné que pour mettre l'observateur plus à portée de suivre la marche des eaux; car nous croyons devoir prévenir que les observations correspondantes les plus essentielles, et même les seules essentielles, sont celles qui ne sont éloignées que de quelques minutes de la haute et de la basse mer, et que plus elles en seront proche, plus le résultat qu'on en déduira comportera d'exactitude. En effet, le moment de la haute et de la basse mer ne tient exactement le milieu entre ceux de deux observations correspondans, l'une qui le précède, et l'autre qui le suit, qu'autant que ces observations sont faites très-proche de l'instant du phénomène qu'on veut déterminer. Ce n'est que très-près du *maximum* et

du *minimum* d'élévation des eaux que cela a lieu ; à une certaine distance de ces points, le temps que la mer emploie dans le flux à s'élever d'une certaine hauteur à une hauteur plus grande, n'est pas égal à celui qu'elle met dans le reflux à s'abaisser de cette dernière hauteur à la première.

8°. Il seroit également important de multiplier les observations des marées dans différentes parties du globe, dans les colonies, dans plusieurs points des grandes îles, dans les archipels et les différens détroits qu'ils forment. On sait qu'il y a plusieurs régions du globe où l'on n'observe qu'un seul flux et un seul reflux dans vingt-quatre heures, au lieu de deux, qui est la loi générale. On sait encore qu'on a vu souvent, même sur nos côtes, la marée monter, puis suspendre son cours, et même descendre pendant quelque temps pour remonter ensuite, en reprenant sa marche ordinaire. Tous ces faits ne paroissent pas avoir été observés avec le soin nécessaire, et on doit désirer qu'ils le soient. Dans plusieurs endroits, les courans de la mer ont une marche périodique qui est le résultat des positions et des obstacles environnans, témoin ce qui arrive parmi cette multitude d'îles situées à l'ouest de l'Écosse, dans les archipels de l'Inde, etc. Pour porter un jugement certain sur tous ces importans objets, il faut de bonnes observations, et de plus avoir une description exacte de la figure, de la situation et de l'étendue des côtes adjacentes, enfin de toutes les circonstances locales. On doit désirer que ces observations, dont la navigation doit retirer les plus grands

avantages, fassent partie des instructions que le ministre donne aux navigateurs et aux divers employés du Gouvernement dans les colonies qui tiennent particulièrement à la marine et aux sciences.

9°. Vos commissaires pensent aussi qu'il seroit important de faire de bonnes observations des marées dans la partie du cours des fleuves qui en ressent l'effet ; de déterminer avec précision l'étendue du flot, tant dans les syzygies que dans les quadratures, et sa vitesse, ainsi que celle du jusant, dans les différens états du fleuve. Des connoissances exactes sur tous ces points seroient non seulement utiles à la navigation et à la science des marées, mais encore fourniroient des lumières importantes pour la confection des travaux dont les ingénieurs sont chargés, tant pour la bonification des fleuves que pour différens objets de service public.

Ces instructions ont paru suffisantes à vos commissaires, d'autant plus qu'il convient d'abandonner les autres détails aux lumières et à la sagacité des personnes qui seront chargées de diriger ou de faire les observations. Ils pensent en conséquence que si ce plan obtient l'approbation de la classe, elle doit employer tous les moyens dont elle peut disposer pour en assurer l'exécution.

Vos commissaires pensent aussi que le principal moyen d'exécution seroit :

1°. D'adresser une copie du présent mémoire au ministre de la marine et des colonies, avec invitation de vouloir bien charger les professeurs de navigation des

ports, ainsi que les ingénieurs des travaux maritimes qui sont sous ses ordres, de diriger et de faire les observations dont il s'agit ; pareillement de donner des ordres dans les ports, surtout à Brest, à Lorient, à Saint-Malo, à Cherbourg, au Havre, à Dunkerque et à Flessingue, pour qu'on dispose les objets nécessaires et pour faciliter le travail des observateurs.

2°. D'adresser pareille copie au ministre de l'intérieur, et de l'inviter à donner des ordres analogues aux ingénieurs qui sont immédiatement sous ses ordres dans les villes et lieux environnans où de pareilles observations peuvent être faites.

FIN DE L'HISTOIRE.

MÉMOIRES

DE LA CLASSE

DES SCIENCES

MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES.

MÉMOIRE

SUR L'ORBITE DE LA COMÈTE DE 1770 (1),

Par M. Burckhardt.

PREMIÈRE SECTION.

Les observations les plus exactes et les plus nombreuses sont dues au zèle de M. Messier, qui avoit découvert cette comète, et qui l'a suivie plus long-temps

(1) Ce mémoire a remporté le prix dans la séance publique du 15 nivose an 9. L'auteur ayant depuis été nommé membre de la classe en remplacement de M. Méchain, a de nouveau présenté son ouvrage auquel il a fait quelques changemens, mais dans la rédaction seulement, et sans altérer en rien ni les méthodes ni les résultats.

qu'aucun autre astronome. Le détail de ses observations se trouve dans les *Mémoires de l'Académie des sciences* pour 1776 ; mais, pour éviter les fautes d'impression, je desirois avoir communication des originaux : un de mes amis se chargea de les demander à cet astronome célèbre, qui voulut bien confier deux cahiers, dont l'un étoit le brouillon même où chaque observation avoit été consignée ; circonstance qui suffit pour assurer une confiance entière en ces observations. J'ai refait en entier les calculs pour convertir les différences d'ascension droite et de déclinaison en parties du cercle. Pour fixer les positions des étoiles auxquelles la comète avoit été comparée, j'ai suivi en général le catalogue de la *Connoissance des temps* que M. Lalande neveu a construit d'après ses observations, et celles de MM. Delambre et Zach. Les positions des petites étoiles m'ont été fournies par le grand et important travail du même astronome, exceptées trois, que j'ai déterminées moi-même. J'ai adopté les précessions du catalogue de Wollaston, l'incertitude qui existe sur cet élément ne pouvant produire que quelques secondes dans les positions des étoiles. Néanmoins ayant vu depuis dans le *Traité de Mécanique céleste* de M. Laplace, qu'il a adopté d'après des recherches nouvelles la quantité de 50″1 pour la précession ; j'ai augmenté de trois secondes toutes les longitudes de la comète, que j'avois trouvées en employant les précessions de Wollaston.

La table I contient toutes les observations de M. Messier : j'ai toujours pris un milieu entre toutes les

déterminations du même jour, à moins que des circonstances particulières ne m'aient décidé à faire un choix ; ce qui n'est arrivé que très-rarement. Je me suis assuré qu'on pouvoit négliger l'influence de la réfraction, cette correction ne pouvant changer que d'une petite fraction de seconde le milieu des observations de chaque jour que j'ai adopté. J'ai encore examiné avec soin, s'il n'y avoit pas d'autres étoiles qui pussent satisfaire aux observations de M. Messier : cette attention devient nécessaire quand il se trouve une interruption dans la série des observations, par exemple, du 19 au 26 août, mais ce jour même la comète fut observée par M. Maskelyne ; son observation est parfaitement d'accord avec celle de M. Messier. D'ailleurs, M. Messier a presque toujours comparé la comète à plusieurs étoiles souvent bien connues, en sorte qu'il étoit impossible de se tromper, et qu'il ne peut rester le moindre doute à cet égard.

J'ai ajouté au même tableau les observations des autres astronomes ; j'ai partout puisé dans les sources, et j'ai refait les réductions quand je l'ai pu : car plusieurs observateurs n'ont publié que les résultats de leurs observations. Dans ce nombre est le père Lagrange, directeur de l'observatoire de Milan : les calculs de Prosperin et de Lexell m'ont fait soupçonner des fautes dans la réduction de ces observations, et sachant par le *Journal des Savans* de 1791, que M. de Lalande avoit les papiers du père Lagrange, je lui ai fait demander les originaux. Il n'a pu les trouver, mais il

m'a fait communiquer un cahier des calculs faits par le père Lagrange pour réduire ses observations. On verra qu'il s'y est trompé assez souvent; j'ai tâché de restituer les observations, néanmoins il faudra toujours s'en méfier.

On trouvera dans le même tableau les observations de MM. Kœhler et Krahl, lesquelles n'ont pas été encore imprimées. Il est bien fâcheux qu'un observateur aussi habile que M. Kœhler ait manqué des moyens d'observer cette comète plus exactement.

Le programme du prix avoit rappelé que les erreurs des tables du soleil pouvoient influer considérablement sur les lieux héliocentriques de la comète. Pour éviter ce genre d'erreur autant que possible, j'ai calculé et comparé aux tables de M. Delambre les observations du soleil faites par M. Maskelyne, depuis le 9 mai jusqu'au 4 octobre 1770. La table III en contient les résultats, où il faut remarquer que j'ai augmenté l'équation lunaire de moitié, conformément à la nouvelle détermination de M. Laplace, et que j'ai adopté pour la nutation la table de M. de Zach, qui approche de très-près de la quantité que M. Laplace a trouvée en employant la masse de la lune qui résulte de sa théorie des marées.

La table IV contient les longitudes et les latitudes déduites des ascensions droites et des déclinaisons observées, en employant l'obliquité de l'écliptique 23° 28′ 4″. J'y ai ajouté les longitudes et les latitudes vraies, résultantes des longitudes et latitudes apparentes, en y

appliquant la parallaxe, l'aberration et la nutation, et 3″ à cause de la correction de la précession. J'y ai encore ajouté les lieux du soleil, corrigés d'après les observations et les logarihmes de ses distances à la terre.

SECONDE SECTION.

Quoique les élémens de cette comète aient été déterminés par un grand nombre d'astronômes, il m'a paru convenable de les rechercher de nouveau sans supposer aucune approximation précédente : car il est très-probable que tous les autres astronomes avoient connoissance des élémens de Pingré, et qu'ils ne s'occupèrent qu'à les perfectionner. En choisissant les observations des 17, 24 et 29 juin, et en employant la méthode que j'ai exposée nº V, j'ai trouvé le logarithme de $M = 9.095291$ et $\varrho = 0.21026$, ce qui donne le nœud ascendant en 141° 25′; l'inclinaison 1° 38′, le lieu du périhélie en 356° 23′; le log. de la distance périhélie 9.79790; l'instant du passage par le périhélie, 9.105 août.

Ces élémens trouvés par une première approximation s'accordent très-bien avec les élémens de Pingré et de Prosperin. La méthode que j'ai employée et que j'ose à peine appeler la mienne, est la méthode indirecte ordinaire, que j'ai rendue plus facile en y appliquant le théorème de M. Olbers, qui, en donnant le rapport des deux distances de la comète à la terre, n'en laisse qu'une à déterminer par des essais. Mais la méthode de M. Olbers auroit été plus facile, si je n'eusse trouvé un

théorème qui donne d'une manière fort simple le temps qu'une comète emploie pour parcourir un arc parabolique dont on connoît les deux rayons vecteurs et l'angle compris. Ce théorème seroit aussi fort utile à celui qui voudroit se servir de la méthode de Newton pour corriger les élémens d'une comète. Ma méthode étant trigonométrique n'est pas sujette à la multiplicité des racines ; objection qu'un illustre géomètre a faite à la méthode de M. Olbers. Le même géomètre a remarqué que cette méthode ne pouvoit pas s'appliquer aux comètes dont les orbites sont très-peu inclinées à l'écliptique. Pour éprouver ma méthode, j'ai choisi les observations des 14, 19 et 26 août ; elle n'y a pas réussi : de sorte qu'il n'y a pas de doute qu'on ne doive alors se servir de la méthode de M. Laplace, laquelle a donné, au moyen des observations des 2, 6, 10, 14 et 18 août, l'instant du passage par le périhélie, 16, 27 août, et la distance périhélie 0.6865, ce qui tient à peu près le milieu entre les différentes paraboles de Prosperin.

J'ai tâché de corriger ces élémens paraboliques par la méthode de M. Laplace, en employant les observations des 2 et 26 août, et du 19 septembre. La circonstance que l'orbite de cette comète est très-peu inclinée à l'écliptique rend l'application de cette méthode très-facile, puisqu'on peut comparer dans les premiers essais les différences des longitudes immédiatement aux différences correspondantes des anomalies. Si l'on croit nécessaire d'employer plus d'exactitude, on n'a qu'à calculer l'effet que les latitudes produisent sur les

différences des longitudes dans une des différentes hypothèses; alors on pourra supposer cet effet constant dans les autres hypothèses, et l'erreur, qu'on se permet, sera tout-à-fait insensible. Ayant calculé seize hypothèses sans pouvoir représenter ces trois observations, et ayant réfléchi que je ne pourrois prouver qu'avec beaucoup de peine qu'aucune orbite parabolique ne peut satisfaire aux observations de cette comète, j'ai tâché de trouver un moyen plus facile pour parvenir à ce but. J'ai calculé l'instant de l'opposition de cette comète, et j'ai trouvé par différentes comparaisons que le 28 juin 1770, à 17 $\frac{1}{2}$ heures, sa longitude géocentrique et héliocentrique fut de 277° 22′ 18″. Les élémens que j'ai trouvés ci-dessus, ou ceux de Pingré, donnent pour cet instant le rayon vecteur de la comète égal à 1,054 ce qui doit approcher de très-près de la vérité, la comète ayant passé si près de la terre qu'un changement très-petit dans ce rayon produit des erreurs très-grandes sur les longitudes et les latitudes géocentriques. Aussi les élémens de Lexell, dont l'ellipse diffère beaucoup d'une parabole, donnent ce rayon vecteur égal à 1.046; ce qui ne diffère que de 0.008 de la détermination précédente. J'aurois desiré fixer ce rayon par les observations les plus voisines, par exemple, celles des 29 et 30 juin et 1er juillet; mais outre qu'une partie de ces trois observations est sujette à des doutes, j'avois trop à craindre l'effet des attractions de la terre pour oser employer des observations aussi voisines. Si l'on choisit actuellement une seconde observation, le temps qui s'est écoulé

depuis l'instant de l'opposition jusqu'à celui de la seconde observation, suffira pour déterminer le rayon vecteur dans la seconde observation, et la distance périhélie que ces deux observations exigent. J'ai comparé de cette manière trois observations, savoir; celles du 2 août, du 4 septembre et du premier octobre, à l'opposition observée.

Le tableau suivant en contient les résultats :

Date des observat.	Rayon vecteur.	Logarithm. distance périhélie.	Date des observat.	Rayon vecteur.	Logarithm. distance périhélie.
28 juin..	1.054		28 juin..	1.046	
2 août..	0.6515	9.8053	2 août..	0.645	9.8013
4 sept..	0.8524	9.8082	4 sept..	0.853	9.8082
1 octob.	1.241	9.7944	1 octob.	1.2487	9.7925

Ce qui semble prouver d'une manière incontestable qu'il est impossible de représenter les quatre observations des 28 juin, 2 août, 4 septembre et premier octobre, par une orbite parabolique.

Voulant continuer mes recherches sans supposer l'orbite elliptique ou hyperbolique, j'ai essayé de déterminer trois distances de la comète à la terre. J'avois espéré de pouvoir m'en procurer des valeurs approchées, en cherchant des paraboles osculatrices par des observations très-voisines : cette idée n'a pas réussi, même en y employant des observations un peu plus éloignées. En abandonnant cette idée, il ne me restoit que la méthode

de M. Laplace, plus commode que celle d'Euler, et en même temps plus exacte, les latitudes de cette comète étant aussi petites. Je me suis assuré que l'anomalie vraie dans une ellipse ou hyperbole, se trouve avec une exactitude suffisante au moyen de la table que M. de Zach a donnée d'après la formule de M. Laplace (1), tant que la distance périhélie ne surpasse pas $\frac{1}{10}$ du grand axe. J'ai calculé onze hypothèses pour trouver une hyperbole et quatre pour l'ellipse : voici ces quatre dernières qui m'ont conduit au résultat de Lexell ; j'y ai employé les observations des 28 juin, 2 août, 4 septembre et premier octobre.

Première hypothèse. Parabole ; instant du passage, 9 août ; logarithme de la distance périhélie, 9.8010.

Erreurs . . . . . . 37′2 ; — 174′3 ; + 96′0

Seconde hypothèse. Ellipse ; excentricité, 0.9.

Erreurs . . . . . + 26′7 ; — 295′6 ; — 57′0

Troisième hypothèse. Parabole ; instant du passage, 8 août.

Erreurs . . . . . + 17′0 ; — 108′2 ; + 173′6

Quatrième hypothèse. Parabole ; logarithme de la distance périhélie, 9.808.

Erreurs . . . . . — 25′6 ; — 15′9 ; + 232′7

d'où l'on tire les trois équations suivantes ; en supposant que E, D, P soient les facteurs avec lesquels il faut multiplier les corrections supposées de l'*excen-*

(1) *Traité de mécanique céleste*, t. I, p. 186.

tricité, du logarithme de la *distance*, et de l'instant du *passage* :

$$37.2 - 10.5\,E - 62.7\,D - 54.2\,P = 0$$
$$-174.3 - 121.3\,E + 158.4\,D + 66.1\,P = 0$$
$$96.0 - 153.1\,E + 136.7\,D + 74.6\,P = 0$$

elles donnent

$$E = +2.7;\quad D = +6.0;\quad P = -7.0$$

et par conséquent l'instant du passage le 16 août; le logarithme de la distance périhélie 9.850; l'excentricité 0.73. On voit que la méthode de M. Laplace a fourni avec beaucoup de promptitude les élémens que Lexell n'a trouvés qu'avec beaucoup de peine par la méthode d'Euler.

J'aurois peut-être pu borner ici mes recherches sur les orbites non rentrantes, mais le résultat est si extraordinaire et les corrections sont si grandes, qu'on pourroit craindre, avec raison, qu'il n'y eût des orbites possibles qui eussent échappé aux interpolations précédentes, à cause des effets compliqués qui résultent des changemens simultanés de plusieurs variables. C'est pourquoi j'ai tâché de diminuer le nombre des inconnues, et il m'a paru, que la route que j'ai suivie pour exclure les paraboles, devoit aussi me conduire à la connoissance de toutes les hyperboles ou ellipses possibles. Le tableau suivant montrera que cette idée a parfaitement réussi ; j'y ai supposé le rayon vecteur, le 28 juin, égal à 1,054 :

Hyperboles.

Dates des observat.	Axe = 20.		Axe = 10.		Axe = 5.	
	Rayon vec.	Excentric.	Rayon vec.	Excentric.	Rayon vec.	Excentric.
2 août . .	0.63766	1.06275	0.62543	1.1240	0.6061	1.2417
1 octob. .	1.2912	1.06077	1.3409	1.1183	1.439	1.22675

Distances périhélies en parties de la distance moyenne de la terre au soleil.

Dates des observations.	Axe infini ou parabole.	Axe = 20.	Axe = 10.	Axe = 5.
2 août	0.639	0.6275	0.6200	0.6042
1 octobre . .	0.623	0.6077	0.5914	0.5669

On voit que la différence entre les deux distances périhélies augmente toujours : donc il n'y a aucune hyperbole qui puisse satisfaire aux observations de cette comète.

Ellipses.

Dates des observat.	Grand axe = 20.		Grand axe = 10.		Grand axe = 5.	
	Rayon vec.	Excentric.	Rayon vec.	Excentric.	Rayon vec.	Excentric.
2 août . .	0.6677	0.93512	0.6860	0.8677	0.7321	0.7219
1 octob. .	1.19038	0.93616	1.1397	0.8688	1.0384	0.7199

Distances périhélies en parties de la distance moyenne de la terre au soleil.

Dates des observations.	Axe infini ou parabole.	Axe = 20.	Axe = 10.	Axe = 5.
2 août. . . .	0.639	0.6488	0.6615	0.6952
1 octobre . .	0.623	0.6384	0.6558	0.7002

Il en résulte qu'il n'y a pas d'autre ellipse qui puisse représenter les observations de cette comète que celle dont le grand axe est à peu près sept fois le demi-grand axe de l'orbite terrestre ; ce qui est l'accord avec l'ellipse de Lexell.

TROISIÈME SECTION.

Il me reste actuellement à fixer les élémens de cette comète avec toute l'exactitude que les observations admettent. Il m'a paru nécessaire de n'y employer que les observations faites depuis le 2 août, craignant les effets des attractions terrestres pour les observations faites dans le mois de juin. J'ai calculé toutes les observations faites depuis le 2 août dans les cinq hypothèses suivantes :

1. Hypothèse de Lexell.
2. La même, en y diminuant l'instant du passage par le périhélie de 3 heures.
3. La même, en y augmentant le logarithme de l'excentricité de 0.0002000.
4. La même, en y changeant le grand axe de manière que le moyen mouvement fût diminué de sa soixantième partie.
5. La même, en y augmentant le lieu du périhélie de 4 minutes.

M. Laplace a remarqué dans son *Traité de Mécanique céleste*, qu'il faut tenir compte de la précession des équinoxes, si l'on veut déterminer le grand axe d'une orbite avec toute l'exactitude possible; j'ai ajouté pour cela aux longitudes héliocentriques de la comète, la quantité dont les équinoxes avoient avancé depuis l'instant du passage par le périhélie jusqu'à l'instant de chaque observation. Voici les équations de condition que ces cinq hypothèses m'ont fournies, où j'ai laissé les dixièmes de seconde sans prétendre à une si grande exactitude; t est le facteur avec lequel il faut multiplier la variation supposée de l'instant du passage par le périhélie pour avoir l'instant véritable; e est le facteur de la variation de l'excentricité; a le facteur de la variation du grand axe; p le facteur du changement du lieu du périhélie.

2 août $+53''0 - 223.5\,p - 664.2\,t + 602.2\,e - 4081.3\,a = 0$
3 . . . $+48.3 - 205.0\,p - 622.0\,t + 576.8\,e - 3892.5\,a = 0$
4 . . . $+36.3 - 188.0\,p - 579.7\,t + 533.2\,e - 3701.2\,a = 0$
5 . . . $+12.0 - 170.3\,p - 538.8\,t + 530.0\,e - 3518.0\,a = 0$
6 . . . $+17.0 - 155.1\,p - 503.0\,t + 505.5\,e - 3349.0\,a = 0$
8 . . . $+23.4 - 126.5\,p - 438.0\,t + 460.5\,e - 3059.2\,a = 0$
10 . . . $+1.4 - 101.2\,p - 378.9\,t + 417.2\,e - 2814.4\,a = 0$
11 . . . $-24.3 - 91.7\,p - 350.3\,t + 398.0\,e - 2712.6\,a = 0$
12 . . . $+4.7 - 78.0\,p - 323.3\,t + 382.5\,e - 2616.4\,a = 0$
14 . . . $+16.6 - 57.9\,p - 284.7\,t + 364.8\,e - 2441.5\,a = 0$
15 . . . $+37.2 - 48.7\,p - 261.2\,t + 352.5\,e - 2359.7\,a = 0$
18 . . . $+5.3 - 23.7\,p - 203.5\,t + 324.5\,e - 2168.3\,a = 0$
19 . . . $+20.4 - 15.0\,p - 186.5\,t + 316.2\,e - 2126.7\,a = 0$
25 . . . $+77.6 + 21.4\,p - 102.6\,t + 284.5\,e - 1920.4\,a = 0$
26 . . . $+47.3 + 26.5\,p - 92.0\,t + 280.5\,e - 1898.0\,a = 0$
28 . . . $+48.8 + 36.2\,p - 71.8\,t + 273.5\,e - 1851.6\,a = 0$

29 août	$+ 8.8$	$+ 41.2\,p$	$- 64.7\,t$	$+ 272.0\,e$	$- 1839.0\,a = 0$
30 . . .	$+ 8.9$	$+ 45.3\,p$	$- 57.0\,t$	$+ 269.7\,e$	$- 1830.3\,a = 0$
31 . . .	$+ 7.3$	$+ 48.5\,p$	$- 49.5\,t$	$+ 267.5\,e$	$- 1821.7\,a = 0$
4 sept.	$+ 24.7$	$+ 60.8\,p$	$- 24.9\,t$	$+ 261.1\,e$	$- 1798.7\,a = 0$
5 . . .	$+ 6.3$	$+ 65.3\,p$	$- 20.6\,t$	$+ 260.2\,e$	$- 1787.1\,a = 0$
8 . . .	$- 5.2$	$+ 78.4\,p$	$- 8.6\,t$	$+ 257.3\,e$	$- 1768.6\,a = 0$
9 . . .	$+ 22.9$	$+ 81.6\,p$	$- 5.3\,t$	$+ 257.0\,e$	$- 1761.6\,a = 0$
14 . . .	$+ 23.3$	$+ 95.3\,p$	$+ 7.9\,t$	$+ 255.0\,e$	$- 1777.0\,a = 0$
17 . . .	$+ 5.6$	$+ 103.2\,p$	$+ 13.4\,t$	$+ 253.4\,e$	$- 1781.6\,a = 0$
18 . . .	$- 19.9$	$+ 105.9\,p$	$+ 14.3\,t$	$+ 252.7\,e$	$- 1785.3\,a = 0$
19 . . .	$- 22.6$	$+ 108.3\,p$	$+ 15.7\,t$	$+ 252.1\,e$	$- 1786.9\,a = 0$
20 . . .	$- 21.9$	$+ 110.8\,p$	$+ 16.8\,t$	$+ 252.5\,e$	$- 1789.4\,a = 0$
29 . . .	$+ 68.6$	$+ 130.8\,p$	$+ 22.5\,t$	$+ 252.5\,e$	$- 1825.1\,a = 0$
1 octob.	$+ 43.7$	$+ 135.2\,p$	$+ 24.5\,t$	$+ 253.9\,e$	$- 1836.4\,a = 0$
2 . . .	$+ 40.3$	$+ 137.4\,p$	$+ 24.2\,t$	$+ 253.0\,e$	$- 1841.6\,a = 0$

Pour déterminer les quatre inconnues, j'ai ajouté toutes les équations depuis le 2 août jusqu'au 12 août, et depuis le 14 août jusqu'au 9 septembre; enfin, depuis le 14 septembre jusqu'au 2 octobre : la somme des deux premières sommes m'a fourni l'équation (1), leur différence l'équation (2); la troisième somme m'a donné l'équation (3). Pour obtenir une quatrième équation, j'ai changé les signes dans les équations des 14, 15, 18 et 19 août, je les ai ajoutées alors aux équations du 25 août jusqu'au 9 septembre.

Voici ces quatre équations :

$$+ 498.6 - 979.4\,p - 5831.1\,t + 8467.2\,e - 57117.8\,a = 0 \quad \cdots\cdots (1)$$
$$+ 155.1 - 1699.2\,p - 2965.3\,t - 384.6\,e + 2371.4\,a = 0 \quad \cdots\cdots (2)$$
$$+ 117.1 + 926.9\,p + 139.3\,t + 2025.1\,e - 14423.3\,a = 0 \quad \cdots\cdots (3)$$
$$+ 167.9 + 650.2\,p + 438.9\,t + 1325.3\,e - 8180.8\,a = 0 \quad \cdots\cdots (4)$$

ou, si l'on divise chaque équation par le coefficient de a,

$$+0{\cdot}00872933 - 0{\cdot}0171470\,p - 0{\cdot}1020890\,t + 0{\cdot}1482410\,e - a = 0 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (1)$$

$$+0{\cdot}06540440 - 0{\cdot}7165386\,p - 1{\cdot}2504425\,t - 0{\cdot}1621827\,e + a = 0 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (2)$$

$$+0{\cdot}00811881 - 0{\cdot}0642607\,p + 0{\cdot}0096580\,t + 0{\cdot}1404048\,e - a = 0 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (3)$$

$$+0{\cdot}02052366 + 0{\cdot}0794788\,p + 0{\cdot}0536500\,t + 0{\cdot}1620013\,e - a = 0 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (4)$$

En éliminant a et en divisant par le coefficient de t, on obtiendra les trois équations suivantes :

$$+0{\cdot}005463414 - 0{\cdot}7284986\,p - t + 0{\cdot}07012447\,e = 0 \quad \ldots \quad (5)$$

$$+0{\cdot}059255400 - 0{\cdot}5256978\,p - t - 0{\cdot}01755171\,e = 0 \quad \ldots \quad (6)$$

$$+0{\cdot}075731370 + 0{\cdot}6204340\,p + t + 0{\cdot}08835484\,e = 0 \quad \ldots \quad (7)$$

On trouvera de la même manière, en éliminant t,

$$-0{\cdot}2652454 - p + 0{\cdot}4323265\,e = 0 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (8)$$

$$+0{\cdot}7513542 - p + 1{\cdot}4665240\,e = 0 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (9)$$

et par conséquent

$$+1{\cdot}0165996 + 1{\cdot}0341975\,e = 0 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (10)$$

d'où l'on tire

$$e = -0{\cdot}9829835; \quad p = -0{\cdot}690235$$

$$t = +0{\cdot}439353; \quad a = -0{\cdot}170007$$

Ces valeurs donnent :

Le logarithme de l'excentricité = 9·8950962, et excentricité 0·7854095.
Le lieu du périhélie, 356° 13′ 40″.
L'instant du passage par le périhélie, 13 août 11^h 45′ 55″, ou 13·49022 août.
Logarithme du demi grand axe, 0·4971800.
Logarithme du demi-paramètre, 0·0805284.

Ces élémens donnent les erreurs suivantes :

Le 2 août	+ 12″8	Le 18 août	— 12″3	Le 9 sept.	+ 3″5
Le 3 . . .	— 9.3	Le 19 . . .	+ 2″4	Le 14 . . .	+ 17.1
Le 4 . . .	— 16.8	Le 25 . . .	+ 68.0	Le 17 . . .	— 15.4
Le 5 . . .	— 28.4	Le 26 . . .	+ 39.2	Le 18 . . .	— 28.9
Le 6 . . .	— 23.5	Le 28 . . .	+ 41.6	Le 19 . . .	— 31.9
Le 8 . . .	— 11.6	Le 29 . . .	+ 2.2	Le 20 . . .	— 31.8
Le 10 . . .	— 30.5	Le 30 . . .	+ 4.2	Le 26 . . .	+ 34.3
Le 11 . . .	— 40.0	Le 31 . . .	+ 1.6	Le 1 octob.	+ 27.9
Le 12 . . .	— 13.7	Le 4 sept.	+ 19.7	Le 2 . . .	+ 24.1
Le 14 . . .	— 15.2	Le 5 . . .	— 6.1		
Le 15 . . .	+ 11.3	Le 8 . . .	— 11.0		

Les erreurs sont plus petites que dans l'hypothèse de Lexell ; la somme de toutes les erreurs est presque zéro ; néanmoins il est peu probable que les erreurs depuis le 3 jusqu'au 14 août soient toutes négatives.

Essayons de perfectionner nos élémens. J'ai substitué les erreurs de mes élémens au lieu des constantes dans les équations de condition précédentes, d'où j'ai tiré en ne changeant que les constantes dans les équations (1)..... (10),

$$e = -1.758327; \quad p = -1.2737$$
$$t = +0.795576; \quad a = -1.055$$

Ces corrections sont sans doute trop fortes : on voit facilement que les grandes erreurs des 25, 26 et 28 août ont produit ces résultats fautifs ; ces trois erreurs influent beaucoup sur trois des quatre équations finales, puisque la somme de toutes les autres erreurs est presque zéro.

En rejetant ces trois observations et les équations qui en résultent, j'ai obtenu les quatre équations suivantes :

$$-161''0 - 1339.3\,p - 4398.2\,t + 4425.9\,e - 29744.6\,a = 0 \;\ldots\ldots\; (1)$$
$$+\;0.3 + 275.8\,p - 1166.5\,t + 3203.8\,e - 21703.2\,a = 0 \;\ldots\ldots\; (2)$$
$$-\;4.6 + 926.9\,p + 139.3\,t + 2025.1\,e - 14423.3\,a = 0 \;\ldots\ldots\; (3)$$
$$+\;19.1 + 566.1\,p + 705.3\,t + 486.8\,e - 2510.8\,a = 0 \;\ldots\ldots\; (4)$$

d'où j'ai tiré, en négligeant les constantes des équations (2) et (3),

$$t = -0.28706; \quad e = +0.17705$$
$$a = +0.04637; \quad p = +0.37809$$

ce qui donne :

L'instant du passage par le périhélie, le 13 août, 12h 37′ 35″, ou 13.52610 août.

Le logarithme de l'excentricité	9.8951316
L'excentricité	0.7854736
Le logarithme du demi-grand axe	0.4974080
Le logarithme du demi-paramètre	0.0806421
La durée de la révolution, 5.573296 ans; son logarithme .	0.7461121
Lieu du périhélie	356° 15′ 11″

Avant de comparer ces élémens aux observations, j'ai voulu fixer plus exactement le lieu du nœud et l'inclinaison, élémens que j'avois supposés jusqu'à présent tels que Lexell les a donnés, sachant qu'ils n'influent guère sur les valeurs des autres élémens. Les observations des 2, 3, 30, 31 août, premier et 2 octobre, m'ont donné le lieu du nœud en 132° 8′, et l'inclinaison, 1° 34′ 40″.

Voici les erreurs en longitude de mes nouveaux élémens :

Le 2 août	− 27″8	Le 18 août	− 7.7	Le 9 sept.	+ 12″3
Le 3 . . .	+ 15.3	Le 19 . . .	+ 7.8	Le 14 . . .	+ 13.8
Le 4 . . .	+ 8.2	Le 25 . . .	+ 66.3	Le 17 . . .	− 5.6
Le 5 . . .	− 6.1	Le 26 . . .	+ 36.9	Le 18 . . .	− 31.4
Le 6 . . .	− 4.0	Le 28 . . .	+ 38.0	Le 19 . . .	− 13.0
Le 8 . . .	+ 6.0	Le 29 . . .	− 1.7	Le 20 . . .	− 33.2
Le 10 . . .	− 15.2	Le 30 . . .	− 1.4	Le 29 . . .	+ 36.8
Le 11 . . .	− 24.7	Le 31 . . .	− 7.4	Le 1 octob.	+ 31.4
Le 12 . . .	− 0.2	Le 4 sept.	+ 18.7	Le 2 . . .	+ 29.5
Le 14 . . .	+ 2.3	Le 5 . . .	− 13.8		
Le 15 . . .	+ 19.2	Le 8 . . .	− 15.9		

Ces élémens représentent les observations beaucoup mieux que les premiers élémens. L'erreur du 2 août est un peu plus grande que celles des jours suivans ; mais c'est la première observation de M. Messier, et son instrument ne fut pas aussi bien vérifié que les jours suivans. Cette réflexion doit s'appliquer aussi à l'observation du 25 août, qui est la première que M. Maskelyne a faite.

Pour fixer le lieu du nœud et l'inclinaison de l'orbite avec toute l'exactitude possible, j'ai converti les latitudes géocentriques observées en latitudes héliocentriques. J'ai formé les équations de condition dont l'usage répété m'a donné :

Le lieu du nœud ascendant en . . . . 131° 54′ 54″
L'inclinaison de l'orbite . . . . 1° 34′ 31″

Ces élémens donnent les quantités suivantes pour les erreurs héliocentriques en latitude :

Le 2 août	+ 12″6	Le 18 août	— 11″5	Le 9 sept.	— 7″4
Le 3 . . .	+ 17.7	Le 19 . . .	— 19.3	Le 14 . . .	+ 52.9
Le 4 . . .	+ 21.5	Le 25 . . .	— 54.0	Le 17 . . .	+ 30.9
Le 5 . . .	+ 5.2	Le 26 . . .	+ 9.6	Le 18 . . .	— 8.8
Le 6 . . .	+ 16.9	Le 28 . . .	— 5.2	Le 19 . . .	+100.0
Le 8 . . .	— 8.5	Le 29 . . .	— 14.3	Le 20 . . .	+ 80.0
Le 10 . . .	+ 24.1	Le 30 . . .	— 9.3	Le 29 . . .	— 15.5
Le 11 . . .	— 0.5	Le 31 . . .	+ 25.3	Le 1 octob.	— 18.5
Le 12 . . .	— 2.6	Le 4 sept.	+ 3.0	Le 2 . . .	— 55.0
Le 14 . . .	— 12.4	Le 5 . . .	— 13.9		
Le 15 . . .	— 23.5	Le 8 . . .	+ 16.6		

L'observation du 20 septembre est douteuse, et la marche des erreurs prouve que l'erreur du 19 septembre est du côté des observations. D'ailleurs les erreurs géocentriques sont plus petites que les erreurs héliocentriques, et une machine parallatique change facilement de position lorsqu'on fait aller la vis du micromètre pour observer les différences de déclinaison.

QUATRIÈME SECTION.

Il s'agit actuellement de fixer les élémens de l'orbite que cette comète décrivoit avant que la terre eût exercé ses attractions. Les observations du mois de juin étant trop peu nombreuses, on ne peut guère se passer des secours de la théorie. Les formules qu'Albert Euler a données dans le mémoire qui a remporté le prix de l'Académie de Pétersbourg en 1762, me paroissoient les plus faciles, et mes calculs étoient trop avancés lorsque j'ai reconnu qu'il auroit été plus exact et presque aussi

facile d'employer les formules de M. Lagrange. Néanmoins il sera facile de juger de l'incertitude qui existe dans les données de la théorie, puisque j'ai calculé les changemens que les attractions de la terre devoient produire dans l'excentricité, dans le grand axe et dans le demi-paramètre. J'ai trouvé le changement de l'excentricité — 0.0001222; elle étoit, après les attractions, 0.7854736; donc, avant les attractions, 0.7855956. J'ai trouvé de même le changement du demi-grand axe — 0.00251; il étoit, après les attractions, 3.14346: donc, avant les attractions, 3.14597. De-là résulte le demi-paramètre avant les attractions, 1.2044026. On trouvera ce même demi-paramètre égal à 1.2042934, si l'on applique l'effet des attractions, savoir — 0.0002499 au demi-paramètre après les attractions, que nous avons trouvé auparavant égal à 1.2040435. Prenant un milieu, on trouvera le demi-paramètre, avant les attractions, égal à 1.204348, et son logarithme . . 0.080752

Le logarithme du demi-grand axe . . . 0.497751

Le logarithme de l'excentricité 9.895204

Ces élémens et les huit observations faites depuis le 15 jusqu'au 27 juin, suffisent pour déterminer les autres élémens de l'orbite que la comète décrivoit avant les attractions.

J'ai trouvé, au moyen des équations de condition,

L'instant du passage par le périhélie	13.53480 août.
Le lieu du périhélie	356° 16′ 2″
Le lieu du nœud	131° 52′ 46″
L'inclinaison de l'orbite	1° 33′ 50″

En comparant ces élémens aux observations, on trouve les erreurs géocentriques suivantes :

JUIN 1770.	EN LONGIT.	EN LATIT.	JUIN 1770.	EN LONGIT.	EN LATIT.
Le 15	— 2″4	+ 19″3	Le 22	— 25″1	— 45″7
Le 17	+ 26.7	— 9.5	Le 24	— 21.2	— 21.8
Le 20	— 62.3	— 27.6	Le 25	— 15.7	— 24.7
Le 21	+ 38.7	+ 27.5	Le 27	+ 56.5	+ 61.5

Ces erreurs sont tout-à-fait insensibles, si on les rapporte au soleil ; il suffit, par exemple, de changer d'une seconde la longitude héliocentrique de la comète, le 27 juin, pour faire disparoître l'erreur géocentrique de 56″. Cet accord est une nouvelle confirmation des valeurs du grand axe et de l'excentricité que j'ai trouvées par les observations faites après les attractions. L'impatience de savoir comment les différentes branches de l'orbite s'accorderoient entre elles, m'avoit engagé à faire les calculs que je viens de détailler, avec les premiers élémens corrigés, qui s'accordoient déja assez bien avec toutes les observations de la seconde branche. J'ai alors trouvé :

Le logarithme du demi-grand axe 0.497523
Le logarithme de l'excentricité 9.895170
Le logarithme du demi-paramètre 0.080622
Le lieu du périhélie . . . . 356° 16′ 38 ½
L'instant du passage par le périhélie . . . . . . 13.5283 août.

Ces élémens donnent les erreurs suivantes en longitude :

Le 15 juin	— 9″	Le 22	— 32″
Le 17	+ 74	Le 24	— 47
Le 20	— 74	Le 25	— 40
Le 21	+ 10	Le 27	+ 120

On voit que les erreurs sont beaucoup plus considérables que dans l'hypothèse précédente ; ce qui prouve que les élémens que j'ai fixés pour les deux branches de l'orbite de cette comète se confirment mutuellement.

Je n'ai pas employé les observations du 28 juin jusqu'au 4 juillet, les perturbations y influent trop. Voici pourtant les erreurs que mes élémens donnent :

		Erreurs géocentriques.	Erreurs héliocentr.
Le 28 juin.	En long.	+ 55″ Messier.	+ 1″8 Messier.
		+ 29″ Maskelyne.	+ 0″9 Maskelyne.
	En latit.	+ 3′ 47″ Messier.	+ 7″0 Messier.
		+ 3′ 23″ Maskelyne.	+ 6″0 Maskelyne.

L'accord de deux observateurs prouve que c'est l'effet des attractions qui a diminué la latitude de 3 $\frac{1}{2}$ minutes. On voit aussi que les erreurs en latitude sont plus grandes que celles de la longitude ; ce qui doit être, la comète étant presque perpendiculaire au plan de l'écliptique.

	Erreurs géocentriques.		Erreurs héliocentriq.
Le 29 juin . . .	En longitude . . .	+ 0° 4′ 38″	+ 5″36
	En latitude	— 0 11 14	— 21.0
Le 30 juin . . .	En longitude . . .	+ 0 18 38	+ 9.76
	En latitude	— 0 27 0	— 54.0
Le 1 juillet . .	En longitude . . .	+ 1 36 0	33.0
Le 2 juillet . .	En longitude . . .	+ 0 18 0	18.0
Le 3 juillet . .	En longitude . . .	+ 0 16 0	29.0

Qu'il me soit permis d'ajouter, à la fin de ces recherches, une remarque sur la formation des équations de condition. Il paroît plus simple, au premier coup d'œil, de convertir les longitudes et latitudes géocentriques en héliocentriques, aussitôt que les élémens sont assez approchés pour pouvoir donner les rayons vecteurs de la comète avec une exactitude suffisante. Il est néanmoins beaucoup plus exact et plus sûr de calculer les effets que les changemens dans les élémens de l'orbite produisent sur les longitudes et latitudes géocentriques, et de former avec ces données les équations de condition. Qu'on regarde, par exemple, les coefficiens de p dans les équations précédentes, on voit tout de suite que les équations, depuis le 14 août jusqu'au 4 septembre, ne sont pas très-propres à déterminer cette inconnue. On ne s'en seroit pas douté si l'on avoit employé la première méthode, où le coefficient de p seroit constamment de 240.

La durée de la révolution trouvée par les derniers

élémens ne diffère que d'un jour et demi de celle qu'on trouve par les premiers élémens corrigés. Les observations ont suffi pour faire reconnoître la nécessité d'une correction aussi légère. Cela prouve qu'on peut obtenir dans ces sortes de recherches une exactitude dont on ne les a pas crues susceptibles, en employant un grand nombre de bonnes observations.

M. Messier a estimé plusieurs fois le diamètre du noyau de cette comète, en le comparant à l'épaisseur des fils de son micromètre. Voici ces diamètres réduits à la distance 1 :

Le 17 juin . .	3″7	Lunette ordinaire, d'un mètre de longueur.
Le 22	3.4	
Le 24	6.2	Lunette acromatique, d'un mètre de longueur.
Le 29	2.2	Lunette ordinaire.
Le 1 juillet .	1. $\frac{1}{2}$	
Le 2 août . .	23.2	
Le 11	24.5	
Le 18	25.9	

On voit que ce diamètre, vu avec la même lunette, diminuoit toujours plus la comète approchoit de la terre; ce qui prouve qu'on ne pouvoit pas assez distinguer le noyau de la nébulosité, et qu'on confondoit toujours une partie de l'atmosphère avec le noyau.

CINQUIÈME SECTION.

Ayant prouvé qu'il n'y a qu'une ellipse de cinq ans et demi qui puisse satisfaire aux observations de la comète de 1770, et sachant qu'il y a parmi les anciennes

comètes plusieurs dont les élémens sont assez mal connus, j'ai voulu essayer si je n'en trouverois pas une dont les élémens corrigés approcheroient de ceux de la comète de 1770. J'ai vu dans le grand ouvrage de Pingré, que Houttuyn avoit trouvé deux orbites différentes pour la comète de 1702, et qu'il n'avoit pu déterminer ni l'inclinaison ni le lieu du nœud. Le travail du célèbre Lacaille sur cette comète n'ayant pas été publié, on ne savoit pas quelle précision on pouvoit accorder aux élémens; j'avois donc l'espérance que mon travail seroit utile, quand même les deux comètes ne seroient pas identiques.

Il étoit assez difficile de reconnoître les petites étoiles auxquelles les observateurs avoient comparé la comète de 1702; il m'a été même jusqu'à présent impossible de les retrouver pour les dernières observations de Bianchini, à cause des fautes d'observation et d'impression; heureusement celles de Kirch ne sont pas sujettes aux mêmes inconvéniens. C'est le grand et important travail de M. Lefrançais Lalande, qui m'a fourni les moyens de reconnoître les petites étoiles, et qui m'a fourni en même temps leurs positions exactes. Voici les observations de cette comète :

20 *avril* 1702.

Bianchini l'a comparée à une étoile que je n'ai pas pu retrouver. Kirch a fixé sa position en 297° de longitude, mais ce n'est que par des alignemens.

23 *avril* 1702.

Les trois étoiles auxquelles Bianchini a comparé la comète, se trouvent dans la *Connoissance des temps*, années 7 et 8.

	Ascens. droite.		Déclinaison.
L'étoile *A* de Bianchini avoit en 1790 .	258° 28′ 51″	et	9° 3′ 45″ B.
D	258° 28′ 43″	et	8° 49′ 0″
B	258° 49′ 27″	et	9° 7′ 46″

Ce qui donne pour 11h 2′, temps moyen à Paris :

Ascension droite de la comète	257° 47′ 18″
Déclinaison	9° 2′ 37″ B.
Longitude	255° 45′ 11″
Latitude	31° 55′ 4″

26 *avril* 1702.

Bianchini a comparé la comète à λ d'Ophiuchus, en observant la différence des passages par le méridien et la différence des hauteurs. Il en résulte, à 13h 23′ 40″, temps moyen à Paris :

Ascension droite de la comète	243° 43′ 58″
Déclinaison	2° 26′ 48″ B.
Longitude	241° 12′ 52″
Latitude	23° 19′ 59″

27 *avril* 1702.

L'étoile de 8.9 grandeur à laquelle Bianchini a comparé quatre fois la comète, avoit en 1797, ascension droite, 242° 41′ 15″, et déclinaison boréale, 1° 7′ 34″, et la comète avoit à 9h 56′ 36″, temps moyen à Paris :

Ascension droite	241° 30′ 3″
Déclinaison	1° 14′ 58″ B.
Longitude	239° 6′ 15″
Latitude	21° 43′ 1″

Premier mai 1702.

L'étoile *a* de Kirch, ou la trente-sixième du Serpent, avoit en 1800, ascension droite, 235° 12′ 51″5, et déclinaison, 2° 28′ 17″ australe. L'étoile *d*

de Kirch avoit en 1800, ascension droite, 236° 23′ 35″, et déclinaison, 1° 33′ 48″ australe. En réduisant les distances de Kirch à la même heure, on trouve à 11^h 0′, entre *a* et la comète, 1° 0′ 40″; entre *d* et la comète, 0° 51′ 23″: ce qui donne pour 10^h 12′ 36″, temps moyen à Paris:

Ascension droite de la comète	234° 20′ 14″
Déclinaison	1° 13′ 15″ A.
Longitude.	232° 16′ 35″
Latitude	17° 42′ 5″ B.

Kirch a encore mesuré les côtés du triangle formé par l'étoile *a*, par *μ* du Serpent et par la comète; mais ce triangle a un angle fort obtus, de sorte que je n'ai pas osé l'employer.

4 mai 1702.

L'ÉTOILE *b* de Kirch, ou la trentième du Serpent, avoit en 1800, 234° 37′ 8″ d'ascension droite, et 3° 11′ 29″ de déclin. australe; l'étoile *h* de Kirch avoit à la même époque 233° 29′ 35″ d'ascension droite, et 3° 11′ 29″ de déclinaison australe. En réduisant les deux distances observées à la même heure, au moyen de l'observation du 5 mai, on trouve à 10^h 40′ la distance entre la comète et l'étoile *b*, égale à 1° 24′ 6″, et entre la comète et l'étoile *h*, égale à 34′ 46″; ce qui donne à 9^h 52′ 15″, temps moyen, à Paris:

Ascension droite de la comète.	232° 3′ 39″
Déclinaison	3° 25′ 8″ A.
Longitude.	230° 33′ 1″ ½
Latitude	15° 0′ 24″ B.

Si l'on compare les résultats que je viens de donner avec ceux que Maraldi a publiés dans les *Mémoires de l'Académie des sciences* pour 1702, on y trouvera des différences très-sensibles; de sorte qu'on ne sera plus étonné que Houttuyn ait trouvé deux orbites différentes en employant différentes observations.

Voici les élémens que j'ai tirés de ces observations par la méthode de M. Laplace :

Lieu du nœud ascendant . . . . . . 6ˢ 8° 59′ 10″
Inclinaison de l'orbite . . . . 4° 24′ 44″
Lieu du périhélie . . . . 4ˢ 18° 46′ 34″
Logar. distance périhélie 9.810790
Instant du passage par le périhélie, 1702, 72.613 jours, ou 13 mars 14ʰ 42′ 43″
Sens du mouvement. . . . . Direct.

Ces élémens donnent :

Année 1702.	Longit. calculée.	Correction.	Latit. calculée.	Correction.
20 avril . . .	296° 52′ 59″	+ 0′ 59″	42° 42′ 14″ B.	− 0′ 33″
23	255 44 12	+ 4 20	31 55 37	+ 2 54
26	241 8 32	+ 3 27	23 17 5	− 1 48
27	239 2 48	+ 11 12	21 44 49	− 3 37
1 mai	232 56 44	+ 0 11	17 3 49	− 1 7
4	230 32 50		15 1 31	

Il est à remarquer que les erreurs héliocentriques sont beaucoup plus petites que les erreurs géocentriques, et que l'observation du 4 mai est plus exacte que celle du premier mai, qui n'a été faite qu'avec une lunette de deux pieds. Il sera facile de perfectionner les élémens que je viens de donner, lorsqu'on aura reconnu les étoiles dont Bianchini s'est servi le 20 avril, le premier et le 4 mai, et je me propose de m'en occuper aussitôt que les circonstances le permettront. Mais on voit facilement que les observations sont beaucoup meilleures, et les élémens beaucoup mieux connus que Pingré n'avoit osé l'espérer.

SIXIÈME SECTION.

Je me flatte d'avoir prouvé d'une manière incontestable, par ce qui précède, qu'il n'y a ni parabole, ni hyperbole, ni ellipse fort alongée, qui puisse satisfaire aux observations de la comète de 1770, et que cette comète a vraiment décrit une orbite de cinq ans et demi. La solution de la question difficile pourquoi on n'a pas vu une comète d'une révolution aussi prompte avant 1770, pourquoi elle n'a point reparu depuis, est avancée d'un pas, puisqu'on est assuré actuellement que c'est par l'attraction de Jupiter qu'il faudra tâcher d'expliquer ce phénomène intéressant du système du monde. Lexell a cru que les attractions de Jupiter en 1767 avoient diminué la révolution de cette comète d'une manière aussi extraordinaire, et que les mêmes attractions lui avoient rendu en 1779 une orbite fort alongée; hypothèse que Boscovich a adoptée. Il paroît difficile d'admettre deux effets opposés produits par la même force et agissant à peu près dans les mêmes circonstances. Si l'on admet un changement total de l'orbite, dont l'astronomie n'a pourtant pas encore d'exemple, il seroit plus probable de supposer les mêmes effets à la force attractive de Jupiter en adoptant l'hypothèse, que cette force qui avoit raccourci l'orbite de cette comète en 1767 l'ait encore raccourcie en 1779, et d'une manière beaucoup plus sensible, puisque la comète approchoit beaucoup plus de Jupiter en 1779 qu'en 1765, et que cette distance

fut encore diminuée par les attractions mêmes. Cette comète aura peut-être augmenté le nombre des satellites de Jupiter, sans que les observateurs aient pu l'apercevoir. En effet, la distance de cette comète au soleil seroit alors cinq fois plus grande qu'elle n'étoit à l'instant où elle cessoit d'être visible en 1770; sa distance à la terre seroit au moins quatre fois plus grande qu'elle n'étoit à la même époque, de sorte que la comète auroit quatre cents fois moins de lumière qu'en octobre 1770. Le voisinage de Jupiter doit encore affoiblir beaucoup une lumière déja si foible, et l'on n'auroit aucune raison de s'étonner si nos meilleurs télescopes ne suffisoient pas pour la découvrir.

Néanmoins il ne seroit pas impossible que l'orbite de cette comète jouît de la stabilité que possède notre système planétaire, dont elle semble faire partie en occupant une orbite très-peu inclinée vers l'écliptique, et située dans la place vide entre Mars et Jupiter, où l'analogie paroît en exiger une. On objectera qu'on n'a pas revu cette comète depuis vingt-cinq ans qu'on connoît son orbite, pendant lesquels elle auroit dû reparoître quatre fois; que les astronomes attendoient son retour en 1781, et qu'ils l'ont cherchée en vain : tâchons d'apprécier au juste la force de cette objection, et voyons quelles sont les circonstances favorables à la découverte de cette comète. Ayant dessiné l'orbite de la comète et celle de la terre, j'ai cherché le jour où la comète étoit le plus près de la terre dans les différentes hypothèses pour son passage par le périhélie, et sa plus courte dis-

tance à la terre. J'ai perfectionné ces résultats en calculant quatorze orbites, dont on trouvera le tableau à la fin de ce mémoire (nº VI). Il s'en suit qu'il n'y a que peu de mois où le passage par le périhélie est favorable pour découvrir cette comète; qu'il n'y a que peu de jours où le passage par le périhélie puisse nous faire voir la comète à la vue simple; que la comète n'est souvent visible que le matin, où le crépuscule et le voisinage de l'horizon doivent affoiblir sa lumière. Il est même probable que cette dernière raison auroit fait manquer la comète dans la seconde branche de son orbite en 1770, quoiqu'elle fût assez belle; car le seul astronome qui s'occupoit avec zèle et avec succès de la recherche des comètes, étoit obligé de quitter son observatoire, n'ayant pas l'horizon assez libre. Si l'on ajoute à ces causes particulières les circonstances générales qui sont nuisibles à la découverte des comètes, telles que le clair de la lune, le mauvais temps, etc. si l'on se rappelle qu'il n'y avoit alors que deux astronomes français qui s'occupassent de cette branche importante de l'astronomie : on ne trouvera pas trop invraisemblable que cette comète ait pu échapper quatre fois aux yeux des astronomes. Il est vrai que les astronomes attendoient son retour en 1781, et qu'ils s'occupoient par conséquent beaucoup plus de sa recherche; mais cette circonstance même peut avoir contribué à la faire manquer : car il résulte d'un calcul fait avec une exactitude suffisante que l'action de Jupiter, depuis le 20 juin jusqu'au 20 juillet 1779, a augmenté de deux mois la durée de la révolution de cette comète;

et en faisant abstraction des carrés des forces perturbatrices, l'action de Jupiter augmenteroit toujours la durée de la révolution jusqu'à ce que le rayon vecteur de la comète devînt plus petit que celui de Jupiter. La comète devoit donc passer beaucoup plus tard par son périhélie qu'on ne l'avoit espéré. Les recherches infructueuses qu'on avoit faites en 1781, devoient avoir dégoûté un peu les astronomes qui s'en occupoient, et la découverte de la nouvelle planète achevoit de détourner leur attention et leurs regards de notre comète.

Il m'est agréable de pouvoir finir ce mémoire en remarquant que c'est un Français à qui l'on doit la découverte de cette comète, et que c'est le même astronome qui l'a seul suivie avec un zèle infatigable; c'est à ses observations exactes et nombreuses qu'on doit la connoissance de l'orbite vraie de cette comète. Ce phénomène intéressant, qui semble promettre beaucoup d'éclaircissemens sur la théorie des comètes, doit encourager les astronomes à s'occuper sans relâche de perfectionner et de compléter cette partie de nos connoissances astronomiques. La recherche de la comète de 1770 devient plus facile par la circonstance qu'elle se trouve toujours dans le zodiaque, excepté le petit nombre de jours où approchant très-près de la terre sa latitude devient très-grande; mais elle est aussi alors visible à la vue simple. Quand on l'aura retrouvée, on ne la perdra plus : les géomètres se réuniront aux astronomes pour calculer l'instant et l'endroit où elle doit reparoître. Actuellement l'intervalle de trente ans, pendant lesquels il faudroit calculer les

attractions, est trop grand pour ne pas effrayer un peu. Néanmoins si le grand géomètre qui a enrichi l'astronomie physique de tant de découvertes importantes, vouloit s'occuper des formules nécessaires à cet objet, s'il croyoit qu'on pût avoir quelque confiance dans le résultat final, l'auteur de ce mémoire se voueroit avec plaisir à ce travail pénible.

N° Ier.

Tableau des observations de la comète de 1770.

15 *juin* 1770.

Temps moyen.	Asc. droite.	Déclinaison.	Observateurs.
H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	
11 23 22	272 58 18.5	26 18 57 A.	Messier.
11 49 37	272 58 3.5	16 28	Le même.
14 6 16	272 57 48.5	. . . .	Le même
17 *juin.*			
11 11 33	273 5 48.5	15 47 13 A.	Messier.
12 46 58	273 5 56.0	15 46 18.0	. . . . .
12 49 7	273 8 43.0	15 44 59.0	. . . . .
La différence de déclinaison surpasse un degré dans la dernière observation; j'ai pris le milieu entre les deux premières observations, savoir:			
11 59 16	273 5 52.5	15 46 46 A.	Messier.

20 *juin* 1770.

TEMPS MOYEN.	ASC. DROITE.	DÉCLINAISON.	OBSERVATEURS.
H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	
10 40 47	273 20 58.0	14 19 48.0 A.	Messier.
11 10 35	273 21 58.0	14 19 43.0	. . . . .
11 40 4	273 22 48.5	14 19 48.0	. . . . .
Milieu des 2 dern.			
11 25 20	273 21 53.0	14 19 45.5 A.	. . . . .

La première de ces trois observations est douteuse, à cause des nuages.

21 *juin*.

10 27 46	273 27 13.0	13 40 40.0 A.	Messier.
11 4 39	273 27 28.0	13 39 42.0 A.	. . . . .
Milieu			
10 46 13	273 27 20.5	13 40 11.0 A.	. . . . .

22 *juin*.

10 25 47	273 35 13.0	12 49 48.0 A.	Messier.
10 46 3	273 35 15.0	12 49 27.0	. . . . .
11 44 7	273 35 26.0	12 47 33.0	. . . . .
Milieu			
10 58 39	273 35 18.0	12 48 56 A.	. . . . .

Si l'on y ajoute le mouvement de la comète pour 1^h 10′ 59″, on obtiendra

12 9 38	273 35 43.0	12 45 46.0 A.	Messier.

L'observation du passage par le méridien donne

TEMPS MOYEN.	ASC. DROITE.	DÉCLINAISON.	OBSERVATEURS.
H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	Messier.
12 9 38	273 35 53.0	12 46 6.0 A.	. . . . .
. . . .	. . . 51.0	12 45 58.0	. . . . .
. . . .	. . . 72.0	12 45 59.0	. . . . .
Milieu . . .	273 35 59.0	12 46 1.0 A.	. . . . .

Comparant ce résultat au précédent, j'ai adopté

12 9 38	273 35 52.0	12 46 0.0 A.	Messier.

24 juin.

12 3 18	273 58 3.0	10 24 32.0 A.	Messier.
12 29 22	273 57 50.0	10 22 32.0	. . . . . .
12 44 58	273 57 25.0	10 21 58.0	. . . . . .
13 25 7	273 56 48.0	10 19 35.0	. . . . . .

La première observation est le résultat du passage par le méridien; il m'a semblé qu'elle mérite la préférence, la comète ayant été comparée à sept étoiles.

25 juin.

13 27 55	274 15 17.0	8 30 21.0 A.	Messier.
13 38 34	274 14 47.0	8 29 12.0 A.	. . . . .
Milieu			
13 33 15	274 15 2.0	8 29 47.0 A.	. . . . .
10 39 18 *	274 7 9 *	8 56 44.0 * A.	Lagrange, à Milan.

26 *juin* 1770.

Temps moyen.	Asc. droite.	Déclinaison.	Observateurs.
H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	
11 13 16 *	274 31 16 *	6 30 41 A. *	Krahl, à Meissen.
. . . .	274 35 10.0	6 21 52 A. *	Lagrange, à Milan.
11 58 7 *	274 37 0 *	6 17 37 A. *	Weiss, à Tyrnaw.

M. Krahl a observé le passage par le méridien avec un quart de cercle en bois de 2 pieds $\frac{1}{2}$, fait par lui-même avec beaucoup d'exactitude. Il a trouvé entre η du Serpent et la comète, différence des passages, 8′ 35″, et différence des hauteurs, 3° 34′ 0″; d'où M. Koehler a conclu la position de la comète donnée ci-dessus.

Le P. Lagrange a comparé la comète à une étoile de sixième grandeur, au moyen d'un réticule rhomboïdal. L'étoile a été observée par M. Lefrançais : sa position apparente étoit 274° 30′ 2″ et 5° 51′ 10″ australe. L'observation a été faite à 11^h 4′ 18″ $\frac{1}{2}$, temps de la pendule, et je n'ai rien trouvé qui pût m'indiquer la correction de la pendule. En général j'ai été obligé d'emprunter le temps vrai des observations du P. Lagrange d'une lettre de l'abbé Boscovich, imprimée dans les *Mémoires de l'Académie des sciences* pour 1776, page 628; c'est pourquoi je les ai marquées d'un astérisque, comme tous les résultats que je n'ai pas vérifiés moi-même.

M. Weiss n'a publié que le résultat de ses observations.

M. Hubert, à Wurzbourg, a déterminé la position de la comète par des alignemens, depuis le 26 juin jusqu'au 3 juillet. Voyez les *Éphémérides de Vienne*, année 1772, page 260.

27 *juin* 1770.

TEMPS MOYEN.	ASC. DROITE.	DÉCLINAISON.	OBSERVATEURS.
H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	
13 13 17	275 12 39.0	2 13 33.0 A.	Messier.
13 29 58	275 13 1.0	2 9 53.0 A.	. . . . .
Milieu			
13 21 38	275 12 50.0	2 11 43.0 A.	. . . . .
10 31 36 *	275 9 26.0	2 43 52.0 A.	Lagrange.

Lagrange a comparé trois fois la comète à η du Serpent; je n'ai pu employer que la dernière comparaison, dont le temps vrai est connu par la lettre de Boscovich.

Rittenhousen a observé à Philadelphie, à 9 heures, avec un sextant de Hadley, entre Wega et la comète, 40° 44'; entre Atair et la comète, 22° 6' : d'où il a conclu la longitude de la comète 9ˢ 5° 41', et sa latitude boréale 21° 15'. Il m'a semblé inutile de réduire cette observation de nouveau, celle de M. Messier étant beaucoup plus exacte.

28 *juin*.

10 46 33	276 4 18.0	3 10 7.0 B.	Messier.
12 0 7	276 13 37.0	3 48 44.0 B.	Darquier.
13 53 7	276 12 40.0	4 13 45.0 B.	Maskelyne.
. . . .	276 1 56.0	2 48 12.0 B.	Lagrange.
11 21 6 *	276 4 58 *	3 21 5.0 * B.	Zanotti et Slop, à Bologne.
10 8 12 *	275 47 26 *	2 59 8.0 * B.	Krast, à Kameneczi.
11 55 58 *	276 3 0 *	3 13 45.0 * B.	Weiss.
11 14 7 *	276 42 53 *	3 3 30.0 * B.	Krahl.

Darquier a observé le passage de la comète au méridien.

Lagrange a comparé la comète à δ de l'Aigle.

Zanotti, Krast et Weiss n'ont publié que les résultats de leurs observations.

Krahl a observé les passages de la comète et de λ d'Antinoüs.

Lambert a trouvé à 9^h 51', temps moyen à Paris, la longitude de la comète 9ˢ 6° 34', et sa latitude boréale 26° 52', en mesurant les distances de la comète aux étoiles voisines avec un micromètre objectif d'un très-petit foyer. Il auroit été plus exact d'observer les différences d'ascension droite et de déclinaison. (Voyez *Mémoires de mathématiques*, par Lambert, t. III, p. 305.)

29 *juin* 1770.

TEMPS MOYEN.			ASC. DROITE.			DÉCLINAISON.			OBSERVATEURS.
H.	M.	S.	D.	M.	S.	D.	M.	S.	
10	2	51	277	44	11.0	13	31	0.0 B.	Messier.
10	32	32	277	46	56.0	13	49	0.0	. . . . .
11	42	3	277	53	11.0	. . .	. . .	. . .	. . . . .
11	59	26	277	54	50.5	14	45	26.5 B.	. . . . .
12	2	48	277	53	16.0	14	47	0 B.	Darquier.
9	46	0 *	277	42	24.0	13	20	48 B.	Lagrange.
11	1	14 *	279	6	32.*	12	54	42 * B.	Kraft.
11	30	12 *	277	49	50.0	14	38	45 * B.	Zanotti.

La dernière observation de M. Messier, et celle de M. Darquier, ont été faites au méridien.

Lagrange a comparé la comète à ζ de l'Aigle.

Rittenhousen a observé à 9^h, méridien de Philadelphie, entre Wega et la comète, 22° 25'; entre Atair et la comète, 18° 8': d'où il a conclu sa longitude 9^s 10° 9', et sa latitude boréale 39° 21'.

Lambert a trouvé à 9^h 36', temps moyen à Paris, la longitude 9^s 9° 32', et la latitude boréale 37° 56'.

Koehler a observé à Dresden, avec un micromètre appliqué à une lunette de 14 pouces, les différences suivantes :

A 10^h 54', entre la comète et ε de l'Aigle . . . . 4° 27' 18"
A 10^h 55', entre la comète et la 111e d'Hercule . . 4° 34' 20"
entre ε de l'Aigle et la 111e d'Hercule . 4° 21' 10"

Le temps a été déterminé par une montre vérifiée par une méridienne.

30 juin 1770.

Temps moyen.	Asc. droite.	Déclinaison.	Observateurs.
H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	
10 21 14 *	282 20 35.0	36 17 44.0 B.	Lagrange.

La comète a été comparée à δ^2 de la Lyre.

Lambert a trouvé à 10^h 36', temps moyen à Paris, sa longitude 289° 18', et sa latitude boréale 59° 9'.

Rittenhousen a observé la distance entre Wega et la comète, 5° 42'; entre Atair et la comète, 34° 50' : d'où il a conclu sa longitude 293° 36', et sa latitude boréale 64° 0', à 9 heures, méridien de Philadelphie.

Koehler a observé avec le micromètre dont il s'est servi le 29 juin, mais qu'il avoit appliqué à une lunette de trois pieds,

A 9^h 29', entre β de la Lyre et la comète . . 1° 36' 17"
A 9^h 30' ½, entre g de la Lyre et la comète . 2° 1' 7" ½
entre g et β de la Lyre . . . . . 1° 58' 31"

Premier juillet.

12 2 47 *	322 59 39 *	78 7 0.0 * B.	Zanotti.

Lambert a déterminé la longitude de la comète 56° 38', et la latitude boréale 72° 0', à 11^h 31', temps moyen à Paris.

2 juillet.

9 50 56 *	74 56 16.0	66 32 23.0	Lagrange.
13 20 25 *	78 16 18 *	62 26 5.0 *	Zanotti.

Lagrange a comparé la comète à la neuvième de la Giraffe; la différence d'ascension droite étoit 28' 16" ½ de temps, Lagrange a trouvé 31' 43" ½, ayant fait la soustraction en sens inverse. Lagrange s'est encore trompé sur la position de l'étoile, dont il a voulu déterminer l'ascension droite par σ du Scorpion.

Lambert a trouvé à 10^h 46', temps moyen à Paris, longitude de la comète 82° 4', et sa latitude boréale 41° 13'.

Rittenhousen a observé sa distance à Capella égale à 12° 7', et à γ de Cassiopée égale à 35° 31'; d'où il a conclu sa longitude 84° 32', et sa latitude 33° 50', à 15 heures, méridien de Philadelphie.

3 *juillet* 1770.

TEMPS VRAI.	ASC. DROITE.	DÉCLINAISON.	OBSERVATEURS.
H. M. S. 14 25 18 *	D. M. S. 85 38 47.0	D. M. S. 47 44 45.0 B.	Lagrange.

Rittenhousen a observé à $15^h \frac{1}{4}$, méridien de Philadelphie, la distance de la comète à Capella, 8° 18′; à Wega, 95° 56′ : d'où il a déduit sa longitude 87° 29′, et sa latitude boréale 21° 30′.

2 *août*.

14 57 31	96 32 24.3	22 29 24.0 B.	Messier.
15 33 28	96 32 49.0	22 29 4.0	. . . . .
Milieu 15 15 29.5 t. v. ou 15 21 13 t. m.	96 32 36.6	22 29 14.0	. . . . .

3 *août*.

14 39 30	96 56 43.8	22 24 50.0 B.	Messier.
15 14 4	96 57 26.2	22 25 34.0	. . . . .
15 18 30	96 57 16.5	22 24 56.0	. . . . .
Milieu 15 4 1 ou 15 9 40 t. m.	96 57 8.8	22 25 6.7	. . . . .

4 *août*.

14 7 14	97 20 44.0	22 21 49.6 dout.	Messier.
14 16 14	97 22 19.0	22 20 44.6 B.	. . . . .
14 32 48	97 22 7.8	22 20 36.8	. . . . .
14 48 38	97 22 22.6	22 20 30.0	. . . . .
15 1 51	97 23 3.9	22 21 39.7	. . . . .
15 27 34	97 23 46.0	22 21 54.0	. . . . .
Milieu 14 42 23 ou 14 47 57 t. m.	97 22 23.9	22 21 5.0 B.	. . . . .

5 août 1770.

TEMPS VRAI.	ASC. DROITE.	DÉCLINAISON.	OBSERVATEURS.
H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	
14 33 16	97 48 49.5	22 16 39.8 B.	Messier.
14 49 46	97 49 27.0	22 16 30.3	. . . . .
15 8 1	97 49 27.0	22 16 25.3	. . . . .
15 16 37	97 49 53.0	22 16 51.2	. . . . .
Milieu			
14 56 55 ou			
15 2 23 t. m.	97 49 24.0	22 16 36.6 B.	. . . . .
6 août.			
14 24 23	98 16 22.3	22 13 24.5 B.	Messier.
14 35 27	98 16 39.0	22 12 49.3	. . . . .
14 50 8	98 17 1.3	22 12 49.3	. . . . .
Milieu			
14 36 40 ou			
14 42 1 t. m.	96 16 40.9	22 13 1 B.	. . . . .
7 août.			
14 44 5	98 45 29.0	22 9 20 B.	Messier.
14 50 55	98 45 37.0	22 9 6.0	. . . . .
Milieu			
14 47 30 ou			
14 52 44 t. m.	98 45 33.0	22 9 13.0	. . . . .

Cette observation est bonne; mais il y a une erreur de 10′ au moins sur le temps de l'une des deux comparaisons. L'étoile *d* des Gémeaux a passé par le fil horaire à $2^h\ 46'\ 35''\ \frac{1}{2}$, temps de la pendule, dans la première observation. La seconde observation commence par une étoile qui a passé au fil horaire à $2^h\ 40'\ 55''$. Je n'ai pas employé cette observation. C'est aujourd'hui que M. Hoffmann, habile opticien et amateur instruit et zélé d'astronomie, revit notre comète dont il avoit entrepris la recherche. Il en donna avis à M. Koehler, qui l'observa le jour suivant. M. Krahl, à Messen, ne la revit que le 13 août.

8 *août* 1770.

TEMPS VRAI.	ASC. DROITE.	DÉCLINAISON.	OBSERVATEURS.
H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	
14 15 8	99 14 12.0	22 4 53.7 B.	Messier.
14 41 24	99 14 57.0	22 4 51.7	. . . . .
14 46 7	99 15 13.0	22 4 48.7	. . . .
15 5 23	99 15 50.0	22 4 45.2	. . . . .
Milieu 14 42.0$\frac{1}{2}$ ou 14 47 7 t. m.	99 15 3.0	22 4 49.8	. . . . .

M. Koehler fit à Leipzig les observations suivantes; il n'y a pas lui-même grande confiance.

A 14ʰ 12′, entre la comète et ε des Gémeaux . . 3° 23′ 53″
A 14ʰ 17′ . . . . ζ . . . . 3° 12′ 0″
A 14ʰ 22′ . . . . ν . . . . 5° 2′ 16″
A 15ʰ 30′ . . . . δ . . . . 3° 11′ 38″

9 *août*.

14 43 14 ou 14 48 12 t. m.	99 47 50.0	21 59 57.0 B.	Messier.

M. Messier a marqué cette observation comme douteuse, c'est pourquoi je n'en ai pas fait usage.

10 *août* 1770.

Temps vrai.	Asc. droite.	Déclinaison.	Observateurs.
H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	
14 9 39	100 17 37.0	21 58 17.0 B.	Messier.
14 16 55	100 17 52.0	21 58 17.0	. . . . .
14 25 35	100 17 52.0	21 58 12.0	. . . . .
14 34 44	100 18 7.0	21 57 47.0	. . . . .
14 41 28	100 17 56.0	21 57 28.0	. . . . .
14 56 1	100 18 24.0	21 57 45.0	. . . . .
15 15 7	100 18 52.0	21 58 3.0	. . . . .
Milieu 14 37 4 ou 14 41 53 t. m.	100 18 6.0	21 57 59.0 B.	. . . . .
11 *août.*			
14 18 45	100 50 12.0	21 54 26.0 B.	Messier.
14 27 11	100 50 27.0	21 54 22.0	. . . . .
14 40 28	100 51 32.0	21 53 2.0	. . . . .
14 49 42	100 51 47.0	21 53 3.0	. . . . .
Milieu 14 34 1 ½ ou 14 38 41 t. m.	100 51 0.0	21 53 43.0 B.	. . . . .
12 *août.*			
14 41 57	101 24 8.0	21 50 1.0 B.	Messier.
15 4 35	101 25 27.5	21 49 46.0	. . . . .
15 23 17	101 25 18.0	21 50 10.0	. . . . .
15 25 57	101 25 57.0	21 49 22.0	. . . . .
Milieu 15 8 56.5 ou 15 13 25.5 t. m.	201 25 7.6	21 49 50.0 B.	. . . . .

14 *août* 1770.

TEMPS VRAI.	ASC. DROITE.	DÉCLINAISON.	OBSERVATEURS.
H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	
14 33 21	102 34 50·0	21 42 3·0 B.	Messier.
14 54 31 . . .	102 34 57·0	21 41 57·0	. . . . .
15 14 31 . . .	102 35 5·0	21 41 55·0	. . . . .
15 24 31 . . .	102 35 20·0	21 41 49·0	. . . . .
Milieu			
15 1 43·5 ou			
15 5 51 t. m. .	102 35 3·0	21 41 56·0 B.	. . . . .
	15 *août*.		
15 39 38	103 11 41·0	21 37 42·0 B.	Messier.
15 52 42	103 12 11·0	21 37 40·0	. . . . .
16 0 37 . . .	103 12 41·0	21 37 39·0	. . . . .
Milieu			
15 50 59 ou			
15 54 55 t. m.	103 12 11·0	21 37 40·0 B.	. . . . .
	18 *août*.		
14 21 13	105 3 16·0	21 25 42·0 B.	Messier.
14 40 4 . .	105 3 37·5	21 25 32·5	. . . . .
15 0 48 . . .	105 4 30·0	21 25 11·5	. . . . .
15 19 59 . .	105 4 43·0	21 25 18·0	. . . . .
Milieu			
14 50 31 ou			
14 53 50 t. m. .	105 4 1·6	21 25 26·0 B.	. . . . .

19 *août* 1770.

TEMPS VRAI.	ASC. DROITE.	DÉCLINAISON.	OBSERVATEURS.
H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	
14 30 13	105 42 0.0	21 21 6.5 B.	Messier.
14 54 36	105 42 37.0	21 20 53.0	. . . . .
Milieu			
14 42 25 ou			
14 45 30 t. m.	105 42 18.5	21 21 0.0 B.	. . . . .

23 *août.*

Lambert trouva, à 14^h 16′, temps moyen à Paris, la longitude de la comète 107° 19′, et sa latitude australe 1° 11′.

25 *août.*

H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	
15 18 30 t. m.	109 43 31.0	20 51 15.0 B.	Maskelyne.

26 *août.*

15 39 38 t. m.	110 26 0.0	20 46 30.0 B.	Messier.
15 37 43	110 25 47.0	20 46 51.0	Maskelyne.
Milieu			
15 38 40.5 t. m.	110 25 53.5	20 46 40.0 B.	

28 *août* 1770.

Temps vrai.	Asc. droite.	Déclinaison.	Observateurs.
H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	
14 43 23	111 46 21.5	20 35 28.0 B.	Messier.
15 7 53	111 47 42.0	20 35 24.0	. . . . .
Milieu			
14 55 38 ou			
14 56 21 t. m.	111 47 01.8	20 35 26.0 B.	. . . . .
15 18 49	111 47 44.0	20 35 24.0	Maskelyne.
Ce qui donne			
14 56 21	111 47 4.5	20 35 29.0	. . . . .
J'ai adopté par un milieu			
14 56 21 t. m.	111 47 2.5	20 35 26.5 B.	

Koehler observa, à 15° 30', méridien de Leipzig, les distances suivantes de la comète :

A η des Gémeaux	4° 24' 50"
A δ des Gémeaux	5° 12' 21"
A *g* des Gémeaux	2° 1' 16"
A *p* des Gémeaux	2° 31' 23"

Il croit ces observations fort bonnes.

29 *août.*

15 21 28	112 29 45.0	20 30 2.0 B.	Messier.
15 43 6	112 30 16.0	20 29 28.0	. . . . .
16 3 34	112 30 54.0	20 29 27.0	. . . . .
16 24 52	112 31 46.0	20 29 26.0	. . . . .
Milieu			
15 53 15 ou			
15 53 39.5 t. m.	112 30 40.0	20 29 36.0 B.	. . . . .
15 30 11	112 30 2.0	20 29 46.0	Maskelyne.
Ce qui donne			
15 53 39.5	112 30 42.8	20 29 40.0	. . . . .

30 *août* 1770.

Temps vrai.	Asc. droite.	Déclinaison.	Observateurs.
H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	
14 48 15	113 9 53.0	20 23 27.0 B.	Messier.
15 6 8	113 10 38.0	20 23 32.0	. . . . .
15 26 24	113 11 0.0	20 23 30.0	. . . . .
Milieu 15 6.56 ou 15 7 3 t. m.	113 10 30.0	20 23 30.0 B.	. . . . .

31 *août*.

14 38 26	113 51 0.0	20 18 1.0 B.	Messier.
15 19 5	113 52 0.0	20 17 53.0	. . . . .
Milieu 14 58 45 ou 14 58 33.5 t. m.	113 51 30.0	20 17 57.0 B.	. . . . .

2 *septembre*.

A 15h 22', méridien de Leipzig, M. Koehler observa la comète presque au milieu, entre *l* des Gémeaux et la 314e de Mayer; d'où M. Koehler a conclu la longitude de la comète 113° 29′ 45″, et sa latitude australe 1° 11′ 41″.

4 *septembre*.

15 6 47	116 34 5.0	19 52 10.0 B.	Messier.
15 17 09	116 34 50.0	19 52 5.0	. . . . .
15 33 39	116 35 5.0	19 51 48.0	. . . . .
15 49 56	116 35 44.0	19 52 4.0	. . . . .
16 12 55	116 36 40.0	19 51 38.0	. . . . .
Milieu 15 36 5 ou 15 34 36 t. m.	116 35 17.0	19 51 57.0	. . . . .

5 septembre 1770.

Temps vrai.	Asc. droite.	Déclinaison.	Observateurs.
H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	
14 50 22	117 14 47.5	19 45 16.5 B.	Messier.
15 4 28	117 14 47.5	19 45 13.5	. . . . .
15 16 40	117 15 31.0	19 44 59.0	. . . . .
Milieu			
15 3 50 ou			
15 2 2 t. m.	117 15 2.0	19 45 10.0	. . . . .
8 septembre.			
15 59 49	119 15 50.0	19 24 43.0 B.	Messier.
16 8 30	119 15 54.0	19 25 6.0	. . . . .
Milieu			
16 4 25 ou			
16 1 35 t. m.	119 15 52.0	19 24 55.0	. . . . .
9 septembre.			
15 5 53	119 52 42.0	19 18 1.0 B.	Messier.
15 9 39	119 53 2.0	19 17 23.0	. . . . .
15 25 14	119 53 11.0	19 17 32.0	. . . . .
Milieu			
15 13 35 ou			
15 10 24 t. m.	119 52 58.3	19 17 39.0	. . . . .
10 septembre.			
16 26 23 t. m.	120 31 10.0	19 9 23.0 B.	Messier.

14 *septembre* 1770.

Temps vrai.	Asc. droite.	Déclinaison.	Observateurs.
H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	Messier.
14 21 17	123 0 59.0	18 42 31.0 B.	. . . . .
14 38 38	123 1 42.5	18 42 14.0	. . . . .
15 5 12	123 2 29.0	18 42 21.0	. . . . .
15 47 12	123 3 30.0	18 42 19.0	. . . . .
Milieu			
14 58 5 ou			
14 53 13 t. m.	123 2 10.0	18 42 21.0	. . . . .

16 *septembre.*

A 15ʰ 20′, méridien de Leipzig, M. Koehler a trouvé par estime la longitude de la comète 122° 17′ 36″, et sa latitude australe 1° 12′ 28″.

17 *septembre.*

15 58 57	124 52 29.0	18 19 23.0 B.	Messier.
16 11 9	124 52 44.0	18 19 21.0	. . . . .
16 19 47	124 52 59.0	18 19 18.0	. . . . .
Milieu			
16 9 58 ou			
16 4 4 t. m.	124 52 44.0	18 19 21.0	. . . . .

18 *septembre.*

15 36 31	125 27 35.0	18 11 25.0 B.	Messier.
16 2 20	125 28 5.0	18 11 17.0	. . . . .
16 16 13	125 28 20.0	18 11 12.0	. . . . .
Milieu			
15 58 21 ou			
15 52 6 t. m.	125 28 0.0	18 11 17.0	. . . . .

19 *septembre* 1770.

Temps vrai.	Asc. droite.	Déclinaison.	Observateurs.
H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	
15 25 39	126 2 26.0	18 5 30.0 B.	Messier.
15 36 25	126 2 41.0	18 5 57.0	. . . . .
Milieu			
15 31 2 ou			
15 24 26 t. m.	126 2 34.0	18 5 28 ½	. . . . .
20 *septembre.*			
15 33 43 t. m.	126 37 1.0	17 57 38.0	Messier.
Cette observation est douteuse.			
29 *septembre.*			
15 33 47	131 22 3.0	16 50 1.0 B.	Messier.
15 47 46	131 22 16.0	. . . .	. . . . .
16 49 26	131 23 3.0	16 49 2.0	. . . . .
Milieu			
16 3 40 ou			
15 53 43 t. m.	131 22 27.0	16 49 32.0	. . . . .
Premier octobre.			
15 33 56	132 19 55.0	16 35 18.0 B.	Messier.
16 44 3	132 21 41.0	16 34 36.0	. . . . .
Milieu			
16 9 0 ou			
15 58 26 t. m.	132 20 48.0	16 34 57.0	. . . . .

2 octobre 1770.

TEMPS VRAI.	ASC. DROITE.	DÉCLINAISON.	OBSERVATEURS.
H. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	
15 54 30	132 48 45.0	16 27 20.0 B.	Messier.
16 49 44	132 49 45.0	16 26 58.0	. . . . .
Milieu 16 22 7 ou 16 11 14 t. m.	132 49 15.0	16 27 9.0	. . . . .

N° II.

Ascensions droites et déclinaisons apparentes des étoiles auxquelles M. Messier a comparé la comète.

ASCENS. DROITE.	DÉCLINAISON.	ÉTOILES.	ANNÉE 1770.
D. M. S.	D. M. S.		
90 15 23.2	22 33 10.3 B.	η Gémeaux . . .	3 août.
92 16 12.2	22 36 34.9 B.	μ Gémeaux . . .	3 . . .
96 19 11.4	22 12 43.0 B.	7ᵉ grandeur . . .	3 . . .
99 26 44.2	22 0 42.7 B.	*d* Gémeaux . . .	5 . . .
100 18 7.0	21 50 15.0 B.	7.8ᵉ grandeur . .	
102 37 16.8	20 53 11.7 B.	ζ Gémeaux . . .	5 . . .
104 7 4.0	21 37 21.0 B.	7ᵉ grandeur . . .	
107 5 19.4	20 51 23.2 B.	*q* Gémeaux . . .	19 . . .
108 20 29.1	20 41 48.0 B.	*r* Gémeaux . . .	29 . . .
110 53 53.0	20 39 14.0 B.	7ᵉ grandeur . . .	
112 54 55.0	20 50 48.0 B.	79ᵉ Gémeaux . .	
114 38 47.0	19 53 41.0 B.	314 de Mayer . .	
115 33 46.5	20 28 17.4 B.	*l* Gémeaux . . .	1 septemb.
116 48 37.0	19 27 16.0 B.		

ASCENS. DROITE.	DÉCLINAISON.	ÉTOILES.	ANNÉE 1770.
D. M. S.	D. M. S.		
116 51 0.0	20 25 38.0 B.		
117 52 7.0	19 28 25.0 B.		
118 42 37.0	19 52 12.0 B.		
119 45 33.0	18 19 16.6 B.	ζ Cancer.	10 septem.
120 15 34.0	18 20 58.0 B.	329 de Mayer . .	
122 32 54.6	19 3 11.0 B.	d^1 Cancer	14 . . .
124 37 41.6	18 51 15.0 B.	θ Cancer	19 . . . .
127 54 29.0	18 58 52.3 B.	δ Cancer	1 octobre.
131 3 17.0	18 0 36.0 B.	383 de Mayer . .	
131 6 34.0	16 11 16.6 B.	o^1 Cancer	1 . . .
131 11 28.5	16 26 58.2 B.	o^2 Cancer	1 . . .
254 19 3.0	15 25 6.8 A	η Ophiuchus . . .	22 juin.
261 4 52.6	12 44 44.6 B.	α Ophiuchus . . .	29 . . .
271 44 35.0	15 54 0.0 A.	7e grandeur . . .	20 . . .
272 21 54.1	2 56 30.5 A.	η Serpent	27 . . .
272 35 55.6	12 6 5.5 A.	6.7e grandeur . .	23 . . .
273 55 57.2	13 6 55.4 A.	9e grandeur . . .	22 . . .
274 2 42.7	14 41 17.1 A.		
274 11 6.7	14 42 32.5 A.		
274 40 32.0	10 55 58.0 A.		
274 48 25.0	14 46 53.2 A.	7e grandeur . . .	24 . . .
274 54 22.0	15 0 31.0 A.		
275 8 17.0	15 0 1.0 A.		
275 34 18.0	11 8 04.0 A.		
275 41 17.0	8 23 10.0 A.	*m* de l'Aigle . . .	25 . . .
281 12 48.0	3 55 31.0 B.	θ du Serpent . . .	28 . . .
283 31 34.8	5 12 24.0 A.	λ Aigle	24 . . .
283 43 25.8	13 32 24.5 B.	ζ Aigle	29 . . .
291 8 38.0	7 31 1.4 A.	κ Aigle	24 . . .
301 20 3.6	13 14 4.0 A.	α^2 Capricorne . .	17 . . .
302 1 53.2	15 29 5.4 A.	β^2 Capricorne. . .	17 . . .

J'ai calculé, pour les étoiles auxquelles la comète a été comparée pendant plusieurs jours, les changemens d'ascension droite et de déclinaison dans l'intervalle de dix jours; ce qui m'a donné le changement diurne avec une grande exactitude.

N° III. *Observations du soleil faites à Greenwich en 1770, par M. Maskelyne, comparées aux tables de M. Delambre.*

La correction moyenne est — 5″3 ; elle est égale à celle qu'on a faite depuis aux étoiles employées dans les calculs, et se réduit conséquemment à rien.

Temps moyen à Paris.	Longitude observée.	Longitude calculée.	Correction des tables.	
H. M. S.	SIG. D. M. S.	SIG. D. M. S.	M.	M.
9 mai . 0 5 28.6	1 18 48 29.7	1 18 48 36.4	— 6.7	— 6.7
10 . . . 0 5 25.6	1 19 46 21.8	1 19 46 28.5	— 6.7	
15 . . . 0 5 19.8	1 24 35 17.5	1 24 35 22.9	— 5.4	
16 . . . 0 5 20.2	1 25 33 2.6	1 25 33 6.1	— 3.5	— 4.1
17 . . . 0 5 21.1	1 26 30 45.5	1 26 30 49.0	— 3.5	
20 . . . 0 5 27.7	1 29 23 50.0	1 29 23 51.9	— 1.9	
24 . . . 0 5 44.4	2 3 14 12.5	2 3 14 23.4	— 10.9	— 6.8
2 juin . 0 6 50.7	2 11 51 43.7	2 11 51 51.3	— 7.6	
5 . . . 0 7 19.9	2 14 43 56.4	2 14 44 1.1	— 4.7	
7 . . . 0 7 41.0	2 16 38 34.8	2 16 38 40.6	— 5.8	— 5.1
8 . . . 0 7 52.1	2 17 35 52.6	2 17 35 59.1	— 6.5	
10 . . . 0 8 14.9	2 19 30 31.2	2 19 30 34.5	— 3.3	
12 . . . 0 8 38.5	2 21 25 6.5	2 21 25 7.2	— 0.7	
13 . . . 0 8 50.7	2 22 22 18.5	2 22 22 23.4	— 4.9	
14 . . . 0 9 3.1	2 23 19 34.5	2 23 19 39.2	— 4.7	
15 . . . 0 9 15.7	2 24 16 48.8	2 24 16 53.9	— 5.1	— 5.0
16 . . . 0 9 28.3	2 25 14 4.7	2 25 14 10.5	— 5.8	
17 . . . 0 9 41.0	2 26 11 17.0	2 26 11 25.4	— 8.4	
23 . . . 0 11 0.0	3 1 54 58.3	3 1 54 58.4	— 0.1	
28 . . 0 12 2.3	3 6 41 7.9	3 6 41 8.7	— 0.8	— 2.8
4 juillet 0 13 11.6	3 12 24 11.5	3 12 24 19.2	— 7.7	
7 . . . 0 13 42.0	3 15 15 48.9	3 15 15 51.4	— 2.5	
8 . . . 0 13 51.4	3 16 12 57.6	3 16 13 2.4	— 4.8	— 7.1
9 . . . 0 14 0.5	3 17 10 4.0	3 17 10 13.5	— 9.5	

Temps moyen à Paris.		Longitude observée.	Longitude calculée.	Correction des tables.	
	H. M. S.	SIG. D. M. S.	SIG. D. M. S.	M.	M.
12 juillet	0 14 24.9	3 20 1 42.5	3 20 1 49.8	— 7.3	
13 . . .	0 14 32.1	3 20 59 3.9	3 20 59 3.0	+ 0.9	
14 . . .	0 14 39.0	3 21 56 17.2	3 21 56 16.9	+ 0.3	— 6.2
15 . . .	0 14 45.6	3 22 53 20.5	3 22 53 32.1	— 11.6	
16 . . .	0 14 51.6	3 23 50 33.5	3 23 50 46.9	— 13.4	
21 . . .	0 15 13.5	3 28 37 12.2	3 28 37 19.9	— 7.7	— 9.3
25 . . .	0 15 21.0	4 2 26 34.7	4 2 26 45.6	— 10.9	
28 . . .	0 15 21.0	4 5 18 54.6	4 5 18 55.9	— 1.3	
2 août .	0 15 8.0	4 10 6 0.8	4 10 6 6.0	— 5.2	
3 . . .	0 15 3.3	4 11 3 30.7	4 11 3 33.0	— 2.3	— 2.4
4 . . .	0 14 58.2	4 12 0 58.0	4 12 1 1.2	— 3.2	
5 . . .	0 14 52.6	4 12 58 24.9	4 12 58 25.1	— 0.2	
7 . . .	0 14 39.7	4 14 53 27.1	4 14 53 31.8	— 4.7	
8 . . .	0 14 32.3	4 15 50 59.2	4 15 51 3.9	— 4.7	— 5.4
9 . . .	0 14 24.2	4 16 48 31.1	4 16 48 37.8	— 6.7	
12 . . .	0 13 56.5	4 19 41 25.6	4 19 41 26.8	— 1.2	— 3.8
13 . . .	0 13 46.3	4 20 39 1.1	4 20 39 7.5	— 6.4	
17 . . .	0 13 0.6	4 24 30 1.5	4 24 30 9.6	— 8.1	
20 . . .	0 12 21.0	4 27 23 29.2	4 27 23 33.9	— 4.7	
23 . . .	0 11 37.1	5 0 17 10.2	5 0 17 17.7	— 7.5	— 7.3
26 . . .	0 10 49.2	5 3 11 6.6	5 3 11 13.8	— 7.2	
2 sept.	0 8 43.6	5 9 57 39.8	5 9 57 48.8	— 9.0	
7 . . .	0 7 5.2	5 14 48 53.5	5 14 48 58.2	— 4.7	— 5.0
8 . . .	0 6 45.0	5 15 47 12.8	5 15 47 18.1	— 5.3	
12 . . .	0 5 23.2	5 19 40 53.5	5 19 41 5.1	— 11.6	
13 . . .	0 5 2.5	5 20 39 27.5	5 20 39 29.2	— 1.7	
14 . . .	0 4 41.9	5 21 38 0.0	5 21 38 2.6	— 2.6	— 4.8
15 . . .	0 4 21.5	5 22 36 35.6	5 22 36 38.0	— 2.4	
16 . . .	0 4 1.0	5 23 35 10.0	5 23 35 15.7	— 5.7	
17 . . .	0 3 40.4	5 24 33 48.8	5 24 33 55.4	— 6.6	
18 . . .	0 3 19.7	5 25 32 29.6	5 25 32 37.6	— 8.0	— 6.2
19 . . .	0 2 59.0	5 26 31 15.6	5 26 31 21.8	— 6.2	
20 . . .	0 2 38.3	5 27 30 3.5	5 27 30 7.7	— 4.2	
27 . . .	23 59 56.6	6 5 21 17.5	6 5 21 21.9	— 4.4	
2 octob.	23 58 22.0	6 10 16 42.9	6 10 16 43.0	— 0.1	— 4.1
3 . . .	23 58 4.0	6 11 15 51.2	6 11 15 59.2	— 8.0	

N° IV. *Longitudes et latitudes observées de la comète.*

Temps moyen a Paris			Longit. apparente.	Latitude apparente.	Longit. vraie.	Latitude vraie.	Longit. ☉ corrigée.	Logar. dist. ☉.
	H. M. S.	jours.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	
15 juin .	11 23 22 ou	0.47456	272 52 14.3	6 57 20.4 B	272 51 53.1	6 58 2.1 B	84 43 42.0	0.006995
17 . . .	11 59 16	0.49949	273 0 28.5	7 39 21.5	273 0 12.5	7 40 9.5	86 39 38.5	0.007061
20 . . .	11 25 20	0.47593	273 18 5.5	9 5 59.3	273 17 44.4	9 6 58.4	89 30 4.7	0.007138
21 . . .	10 46 13	0.44876	273 24 25.3	9 45 25.7	273 23 56.1	9 46 32.2	90 25 45.8	0.007158
22 . . .	12 9 38	0.50669	273 34 25.3	10 39 23.4	273 34 14.6	10 40 38.4	91 26 21.0	0.007168
24 . . .	12 3 18	0.50229	274 0 14.4	13 0 13.5	274 0 4.7	13 1 50.0	93 20 35.2	0.007206
25 . . .	13 33 15	0.56460	274 21 1.9	14 54 25.7	274 21 26.5	14 56 12.1	94 21 23.6	0.007216
27 . . .	13 21 38	0.55669	275 35 18.0	21 10 16.6	275 36 1.0	21 12 43.1	96 15 21.3	0.007225
28 . . .	10 46 33	0.44900	276 47 32.3	26 29 34.0	276 46 31.0	26 32 52.0	97 6 9.0	0.007227
28 . . .	13 53 7	0.57855	276 59 23.4	27 32 46.5	277 1 5.6	27 36 14.0	97 13 0.0	0.007227
29 . . .	11 59 26	0.49961	279 43 27.0	37 57 28.5	279 43 44.0	38 1 40.0	98 6 30.0	0.007225
30 . . .	10 21 14	0.43141	289 29 51.0	58 55 48.5	289 22 50.0	59 0 0.0	98 59 47.7	0.007227
1 juill.	12 2 47	0.50193	59 12 47.0	71 15 35.0	. . . . . .	. . . . . .	100 1 0.8	0.007217
2 . . .	9 50 55	0.41037	81 48 0.5	43 30 2.5	. . . . . .	. . . . . .	100 52 57.2	0.007210
2 . . .	13 20 25	0.55	83 1 22.0	39 15 3.0	. . . . . .	. . . . . .	101 1 16 6	0.007210
3 . . .	14 25 18	0.60090	86 47 20.0	24 19 46.0 B	. . . . . .	. . . . . .	102 1 1.9	0.007200
2 août.	15 21 13	0.63964	96 2 40.9	0 50 35.5 A	96 2 15.8	0 50 22.3 A	130 42 17.6	0.006106
3 . . .	15 9 40	0.63171	96 25 31.7	0 53 38.8 A	96 25 7.4	0 53 25.9	131 39 17.3	0.006037
4 . . .	14 47 57	0.61663	96 49 3.1	0 56 30.7 A	96 48 39.8	0 56 17.9	132 35 53.7	0.005970
5 . . .	15 2 23	0.62665	97 14 14.2	0 59 39.8 A	97 13 51.5	0 59 27.7	133 33 57.5	0.005898
6 . . .	14 42 1	0.61319	97 39 32.8	1 1 50.6 A	97 39 11.0	1 1 38.6	134 30 23.4	0.005827
7 . . .	14 52 44	0.0	98 6 33.9	1 4 3.5 A	. . . . . .	. . . . . .	135 28 36.5	0.005755
8 . . .	14 47 7	0.61595	98 34 6.7	1 6 44.0 A	98 33 46.4	1 6 33.0	136 25 55.8	0.005683
10 . . .	14 41 53	0.61242	99 32 54.6	1 9 36.7 A	99 32 35.2	1 9 26.3	138 20 55.4	0.005535
11 . . .	14 38 41	0.60967	100 3 39.9	1 11 38.1 A	100 3 21.2	1 11 28.1	139 18 25.9	0.005458
12 . . .	15 13 25.5	0.63432	100 35 33.0	1 13 4.2 A	100 35 14.9	1 12 55.1	140 17 29.2	0.005380
14 . . .	15 5 51	0.62906	101 40 56.1	1 15 33.9 A	101 40 39.0	1 15 25.2	142 12 34.4	0.005224
15 . . .	15 54 55	0.66314	102 15 41.8	1 16 44.8 A	102 15 25.7	1 16 37.1	143 12 17.1	0.005140
18 . . .	14 53 50	0.62072	104 0 27.7	1 18 48.2 A	104 0 12.4	1 18 40.4	146 3 13.7	0.004876
19 . . .	14 45 30	0.61493	104 36 23.1	1 19 26.5 A	104 36 8.4	1 19 18.7	147 0 44.8	0.004781
25 . . .	15 18 30	0.63785	108 23 25.3	1 21 42.0 A	108 23 13.6	1 21 35.3	152 49 43.9	0.004200
26 . . .	15 38 40.5	0.65185	109 3 17.7	1 20 48.4 A	109 3 6.1	1 20 42.5	153 48 34.0	0.004101
28 . . .	14 56 21	0.62246	110 20 3.6	1 21 2.5 A	110 19 52.6	1 20 56.4	155 42 57.6	0.003889
29 . . .	15 53 39.5	0.66226	111 1 20.4	1 20 41.0 A	111 1 10.0	1 20 35.6	156 43 21.4	0.003776
30 . . .	15 7 3	0.62990	111 39 10.0	1 20 56.1 A	111 38 59.5	1 20 50.3	157 39 34.5	0.003672
31 . . .	14 58 33.5	0.62400	112 18 0.9	1 20 18.5 A	112 17 50.7	1 20 12.8	158 37 21.6	0.003562
4 sept.	15 34 36	0.64903	114 54 3.6	1 19 49.1 A	114 53 54.4	1 19 44.2	162 31 36.6	0.003116
5 . . .	15 2 2	0.62641	115 32 4.4	1 19 44.7 A	115 31 55.3	1 19 39.6	163 28 33.9	0.003007
8 . . .	16 1 35	0.66777	117 27 46.5	1 18 24.5 A	117 27 38.2	1 18 20.0	166 26 0.1	0.002665
9 . . .	15 10 24	0.63222	118 3 29.3	1 18 24.5 A	118 3 20.8	1 18 19.7	167 22 20.0	0.002560
10 . . .	16 26 23	0.68499	118 40 29.6	1 19 16.8 A	. . . . . .	1 19 12.2	168 23 51.9	0.002441
14 . . .	14 53 13	0.62029	121 5 53.0	1 15 45.0 A	121 5 45.0	1 15 40.5	172 14 14.3	0.001992
17 . . .	16 4 4	0.66949	122 53 12.5	1 14 50.8 A	122 53 5.2	1 14 46.8	175 13 3.4	0.001633
18 . . .	15 52 6	0.66118	123 27 39.9	1 15 0.8 A	123 27 32.5	1 14 56.8	176 11 18.5	0.001513
19 . . .	15 24 26	0.64197	124 0 58.3	1 13 1.1 A	124 0 50.7	1 12 57.0	177 8 57.2	0.001373
20 . . .	15 33 43	0.64841	124 34 39.8	1 12 54.4 A	124 34 32.1	1 12 50.4	178 8 8.4	0.001260
29 . . .	15 53 43	0.66230	129 15 28.1	1 10 34.7 A	129 15 19.9	1 10 31.2	186 59 32.1	0.000117
1 octob.	15 58 26	0.66558	130 13 14.1	1 9 46.9 A	130 13 6.1	1 9 43.6	188 57 56.5	9.999863
2 . . .	16 11 14	0.67447	130 41 36.5	1 9 56.5 A	130 41 28.5	1 9 53 3	189 57 37.3	9.999734

N° V.

Méthode trigonométrique pour déterminer par approximation les élémens de l'orbite d'une comète.

I. Je suppose qu'on ait trois observations faites dans l'intervalle de huit à douze jours, il est bon de les choisir de manière que l'intervalle entre la première et la seconde soit égal à l'intervalle entre la seconde et la troisième, autant que cela est possible.

Soient alors

α, α', α'', les trois longitudes observées de la comète;
β, β', β'', les trois latitudes observées de la comète;
A, A', A'', les trois longitudes du soleil;
R, R', R'', les trois distances du soleil à la terre;
T, T', T'', les trois angles à la terre, ou les différences entre les longitudes correspondantes de la comète et du soleil;
S, S', S'', les trois angles au soleil;
r, r', r'', les trois rayons vecteurs de la comète;
l, l', l'', les trois longitudes héliocentriques de la comète;
λ, λ', λ'', les trois latitudes héliocentriques de la comète;
t' le nombre des jours écoulés entre la première et la seconde observation;
t'' le nombre des jours écoulés entre la seconde et la troisième observation;
ρ, ρ', ρ'', les trois distances accourcies de la comète à la terre.

II. Le rapport des deux distances ρ et ρ'' est donné par le beau théorème de M. Olbers.

Soit $\rho'' = M. \rho$, on aura

$$M = \frac{[m. \sin. (A' - \alpha) - \tang. \beta]\, t''}{[\tang. \beta'' - m. \sin. (A' - \alpha'')]\, t'}$$

et

$$m = \frac{\tang. \beta'}{\sin. (A' - \alpha')}$$

III. On déterminera ρ par des essais. On commencera par supposer $\rho = 1$ dans les formules suivantes, à moins que des circonstances particulières, par exemple la vîtesse ou l'irrégularité du mouvement apparent de la comète, ne fassent prévoir que cette distance est beaucoup plus petite. On calculera donc les formules suivantes :

$$\cot. S = - \cot. T + \frac{R}{\sin. T} \cdot \frac{1}{\rho} \quad \text{et} \quad \Delta = \frac{\sin. T}{\sin. S}\, \rho$$

$$\cot. S'' = - \cot. T'' + \frac{R''}{M. \sin. T''} \cdot \frac{1}{\rho} \quad \text{et} \quad \Delta'' = \frac{M. \sin. T''}{\sin. S''}\, \rho$$

IV. Si l'on a retranché la longitude géocentrique de la comète de celle du soleil pour avoir l'angle à la terre, c'est-à-dire si $T = A - \alpha$, on aura

l = longitude de la terre + l'angle S.

Au contraire, si $T = \alpha - A$, on aura

l = longitude de la terre — l'angle S.

On obtiendra de la même manière l''.

V. $\log. \tang. \lambda = \log. \tang. \beta - \log. \left(\frac{\sin. T}{\sin. S}\right)$

et

$$r = \frac{\Delta}{\cos. \lambda}$$

$$\log. \tang. \lambda'' = \log. (M. \tang. \beta'') - \log. \left(\frac{M. \sin. T''}{\sin. S''}\right)$$

et

$$r'' = \frac{\Delta''}{\cos. \lambda''}$$

J'observe que les logarithmes positifs sont indépendans de la valeur de ρ, et par conséquent les mêmes dans toutes les hypothèses qu'on fera pour cette valeur. Les logarithmes négatifs ont été employés auparavant dans les formules pour Δ et pour Δ''.

VI. SOIT de plus $\sqrt{\frac{r''}{r}} = tang.\ Z$,

$$\frac{sin.\ \frac{1}{2}\ (l'' - l)}{cos.\ \frac{1}{2}\ (\lambda'' - \lambda)}.\ \sqrt{cos.\ \lambda.\ cos.\ \lambda''} = sin.\ x$$

$$cos.\ x.\ cos.\ \left(\frac{\lambda'' - \lambda}{2}\right).\ sin.\ 2\ Z = cos.\ y \quad (1)$$

Il faut employer toutes les sept décimales des logarithmes dans la formule qui donne $cos.\ y$, mais on peut se contenter de six dans toutes les autres formules de cette méthode.

VII. SOIT T le nombre des jours que la comète emploie pour parcourir l'arc parabolique correspondant à l'angle y, on aura

$$T = C.\ \left(\frac{\sqrt{r}}{cos.\ Z}\right)^3.\ \left[\tfrac{3}{2}.\ sin.\ \tfrac{1}{2}\ y - sin^3.\ \tfrac{y}{2}\right]$$

ou

$$log.\ C = 1.5883266 \quad \text{et} \quad log.\ (\tfrac{3}{2}.\ C) = 1.7644179$$

Une table qui donneroit pour les différentes valeurs de l'angle y les logarithmes correspondans de la quantité

$$C.\ (\tfrac{3}{2}.\ sin.\ \tfrac{1}{2}\ y - sin^3.\ \tfrac{1}{2}\ y)$$

---

(1) On pourra aussi employer les formules suivantes pour determiner y:

$$tang.\ \omega = \frac{cos.\ \frac{1}{2}\ (l'' - l)}{sin.\ \frac{1}{2}\ (\lambda'' + \lambda)}.\ \sqrt{cos.\ \lambda''.\ cos.\ \lambda}$$

$$cos.\ y = \frac{sin.\ \frac{1}{2}\ (\lambda'' + \lambda).\ sin.\ 2\ Z}{cos.\ \omega}$$

rendroit l'usage de la formule précédente beaucoup plus facile; car on auroit alors

$$\log. T = \text{nombre de la table} + 3 \text{ fois } (\tfrac{1}{2} \log. r - \log. \cos. Z)$$

Cette table a été entreprise par une personne qui a déja rendu les plus grands services à l'astronomie. Ce théorème et cette table abrégeront beaucoup la méthode que Newton a donnée pour corriger les élémens trouvés par une première approximation (1).

VIII. Si T n'est pas égal à $t' + t''$, la valeur supposée de ρ sera fautive; on commencera les calculs des numéros III et VII avec une nouvelle valeur de ρ. La règle générale est qu'il faut diminuer ρ si T est plus grand que $t' + t''$, et l'augmenter dans le cas contraire. Cette règle souffre pourtant des exceptions; mais aussitôt qu'on aura calculé deux hypothèses, on trouvera par interpolation une valeur très-approchée de ρ, qu'on vérifiera par un calcul semblable. La comparaison de la seconde hypothèse à la troisième fera connoître la correction que la troisième valeur de ρ exige.

Soient $\rho_{,}$, $\rho_{,,}$, $\rho_{,,,}$, $\rho_{,,,,}$, etc. les différentes valeurs de ρ, et $T_{,}$, $T_{,,}$, $T_{,,,}$, $T_{,,,,}$, etc. les valeurs correspondantes de T, on aura

$$\rho_{,,,} = \rho_{,,} - \frac{T_{,,} - (t' + t'')}{T_{,} - T_{,,}} \cdot (\rho_{,} - \rho_{,,})$$

$$\rho_{,,,,} = \rho_{,,,} - \frac{T_{,,,} - (t' + t'')}{T_{,,} - T_{,,,}} \cdot (\rho_{,,} - \rho_{,,,})$$

etc. etc.

---

(1) Il pourroit arriver que l'angle y fût alors plus grand que deux angles droits; on emploiera alors la formule suivante:

$$T = - C. \left(\frac{\sqrt{r}}{\cos. Z}\right)^3 \cdot (\tfrac{3}{2}. \cos. \tfrac{1}{2} y - \cos^3. \tfrac{1}{2} y)$$

Quatre, ou tout au plus cinq hypothèses, suffiront pour donner la valeur exacte de ρ.

IX. On obtiendra alors les élémens de l'orbite par les formules suivantes:

$$cos.\ \tfrac{1}{2}\ v = cos.\ \tfrac{1}{2}\ (\lambda'' - \lambda').\ cos.\ x$$

$$tang.\ u = \frac{tang.\ (Z - \tfrac{1}{2}\ angle\ droit)}{tang.\ \tfrac{1}{4}\ v}$$

La somme et la différence des angles $\frac{1}{4}\ v$ et u donneront les deux demi-anomalies vraies, la plus grande anomalie correspondant au plus grand rayon vecteur.

Soient φ et φ'' les deux anomalies, on aura

$$distance\ périhélie = r.\ cos^2.\ \tfrac{1}{2}\ \varphi = r''.\ cos^2.\ \tfrac{1}{2}\ \varphi''$$

On cherchera actuellement dans la table générale du mouvement parabolique les nombres des jours correspondans aux anomalies φ et φ''; on les multipliera par la puissance $\frac{3}{2}$ de la distance périhélie. En ajoutant ou ôtant ces deux nombres de l'instant de la première et de la troisième observation, on obtiendra deux résultats pour l'instant du passage par le périhélie. Ce résultat double assurera la justesse des calculs qui précèdent.

Soit ω la distance de la comète au nœud dans la première observation, on aura

$$cot.\ \omega = \frac{tang.\ \lambda''}{tang.\ \lambda.\ sin.\ (l'' - l)} - cot.\ (l'' - l)$$

et

$$l - \omega = longitude\ du\ nœud.$$

Il sera facile de s'assurer si c'est le nœud descendant ou ascendant; car c'est le nœud ascendant si les latitudes sont

boréales, et le nœud descendant si les latitudes sont australes. On a de plus

$$\textit{tang. de l'inclinaison} = \frac{\text{tang. } \lambda}{\text{sin. } \omega}$$

et

$$\textit{cos. argument de latitude} = \text{cos. } \lambda . \text{ cos. } \omega$$

Ce qui donne la longitude de la comète dans la première observation, comptée sur son orbite, et on aura la longitude du périhélie en y ajoutant ou ôtant l'anomalie vraie φ.

N° VI.

Routes apparentes de la comète de 1770, en faisant différentes suppositions pour l'instant du passage par le périhélie.

Première route. Passage par le périhélie le 15 décembre.

	Longit. géocentr.	Latit. géocentr.	Dist. à la terre.	Partie éclairée.	Observations.
	D. M.	D. M.			
14 janv.	348 42	1 27 A	0·9055	1·38	
20 . . .	359 26	1 29	0·9045	1·42	
26 . . .	9 48	1 29	0·923	1·50	
Seconde route. Passage par le périhélie le 30 novembre.					
30 déc.	338 22	1 54 A	0·686	1·21	
5 janv.	350 36	2 0	0·672	1·28	
11 . . .	2 39	2 0	0·682	1·36	

Troisième route. Passage par le périhélie le 15 novembre.

	Longit. géocentr.	Latit. géocentr.	Dist. à la terre.	Partie éclairée.	Observations.
	D. M.	D. M.			
9 déc.	311 53	2 29 A	0.5045	0.91	
15 . . .	325 2	2 53	0.4535	0.98	
21 . . .	340 4	3 10	0.4248	1.10	
27 . . .	355 49	3 13	0.4233	1.25	
2 janv.	1 1	3 1	0.4481	1.40	
8 . . .	23 59	2 44	0.4965	1.52	
Quatrième route. Passage par le périhélie le 31 octobre.					
30 nov.	300 40	4 23 A	0.299	0.57	
6 déc.	321 47	7 30	0.180	0.78	
12 . . .	351 36	8 20	0.167	1.18	
18 . . .	19 45	7 3	0.195	1.54	
24 . . .	38 9	5 25	0.255	1.71	
30 . . .	49 24	3 56	0.331	1.79	
Cinquième route. Passage par le périhélie le 23 octobre.					
22 nov.	266 24	9 18 A	0.1413	0.14	La comète sous l'horizon.
28 . . .	277 14	19 50	0.0692	0.16	La comète sous l'horizon.
4 déc.	17 48	42 32	0.0352	1.60	
10 . . .	63 37	14 30	0.0941	1.97	
16 . . .	69 11	8 7	0.168	1.98	
22 . . .	72 54	5 26	0.247	1.97	

Sixième route. Passage par le périhélie le 15 octobre.

	LONGIT. géocentr.	LATIT. géocentr.	DIST. à la terre.	PARTIE éclairée.	OBSERVATIONS.
	D. M.	D. M.			
14 nov.	206 51	9 15 A	0·142	0·13	
20 . . .	180 31	11 27	0·118	0·56	
26 . . .	151 7	11 8	0·123	1·18	
2 déc.	128 38	8 52	0·153	1·62	
8 . . .	114 28	6 53	0·198	1·85	
14 . . .	105 30	5 19	0·253	1·95	

Septième route. Passage par le périhélie le 30 septembre.

24 sept.	213 45	1 16 A	0·423	. . . .	Le crépuscule et le voisinage de l'horizon empêcheront de voir la comète.
30 . . .	208 13	2 2	0·363	. . . .	
6 octob.	199 19	2 51	0·318	. . . .	
12 . . .	187 54	3 33	0·296	. . . .	
18 . . .	176 17	3 57	0·295	0·23	
24 . . .	166 29	4 2	0·310	0·50	
30 . . .	159 59	3 53	0·337	0·78	
5 nov.	153 11	3 45	0·358	1·00	
11 . . .	148 34	3 34	0·382	1·22	
17 . . .	144 22	3 21	0·403	1·39	
23 . . .	140 16	3 12	0·424	1·53	
29 . . .	136 2	3 1	0·445	1·67	

Huitième route. Passage par le périhélie le 15 septembre.

16 août.	201 54	0 47 B	0·464	. . . .	On ne verra pas la comète.
22 . . .	198 51	0 20	0·423	. . . .	
28 . . .	193 59	0 15 A	0·383	. . . .	
3 sept	186 32	0 55	0·349	. . . .	
9 . . .	176 23	1 38	0·330	. . . .	
15 . . .	165 11	2 12	0·334	. . . .	

	Longit. géocentr.	Latit. géocentr.	Dist. à la terre.	Partie éclairée.	Observations.
	D. M.	D. M.			
21 sept.	155 35	2 30 A	0.363	0.18	
27 . . .	148 54	2 35	0.408	0.42	
3 octob.	145 0	2 32	0.461		
9 . . .	143 3	2 26	0.512	0.9	
15 . . .	142 15	2 20	0.559	1.0	
21 . . .	142 1	2 14	0.601	1.2	

Neuvième route. Passage par le périhélie le 30 août.

17 juill.	211 39	3 48 B	0.315		
3 . . .	204 9	3 26	0.292		
19 . . .	195 43	2 57	0.271		
25 . . .	190 56	2 30	0.235		
31 . . .	174 33	1 29	0.245		
6 août.	160 39	0 33	0.247	. . . .	La comète en con-
12 . . .	148 44	0 21 A	0.266	. . . .	jonction avec le so-
18 . . .	137 56	1 3	0.306	. . . .	leil.
24 . . .	130 26	1 29	0.363		
30 . . .	126 14	1 42	0.433		
5 sept.	124 39	1 47	0.511		
11 . . .	124 51	1 47	0.590		

Onzième route. Passage par le périhélie le 28 juillet.

4 juin.	328 50	3 37 B	0.332		
10 . . .	346 14	3 26	0.292		Le passage au péri-
16 . . .	6 30	2 49	0.283	1.08	hélie, le 14 août,
22 . . .	21 42	1 59	0.296		donne la dixième
28 . . .	41 37	1 2	0.355	0.73	route, ou la route
4 juill.	53 42	0 20	0.423		décrite en 1770.
10 . . .	63 3	0 11 A	0.505	0.72	La comète ne se lève
16 . . .	70 45	0 32	0.594		

	LONGIT. géocentr.	LATIT. géocentr.	DIST. à la terre.	PARTIE éclairée.	OBSERVATIONS.
	D. M.	D. M.			
22 juillet.	77 31	0 47	0·690	0·9	à Paris qu'entre minuit et une heure.
28 . . .	83 43	0 56	0·790		
3 août.	89 37	1 1	0·888		
9 . . .	95 13	1 4	0·989	1·3	
Douzième route. Passage par le périhélie le 13 *juillet.*					
20 mai.	331 58	2 3 B	0·584	. . . .	La comète ne se lève qu'à une heure du matin à Paris, ainsi le crépuscule sera nuisible.
26 . . .	344 13	1 50	0·545	. . . .	
1 juin.	357 37	1 31	0·529	. . . .	
7 . . .	11 10	1 6	0·536	. . . .	
13 . . .	24 11	0 38	0·568	. . . .	
19 . . .	35 53	0 13	0·621	. . . .	
25 . . .	46 13	0 8 A	0·690	. . . .	
Treizième route. Passage par le périhélie le 30 *juin.*					
13 mai.	339 39	1 19 B	0·758	. . . .	La comète se lève à 2 heures du matin à Paris.
19 . . .	350 46	1 5	0·736	. . . .	
25 . . .	2 14	0 48	0·733	. . . .	
31 . . .	13 45	0 29	0·753	. . . .	
6 juin.	24 44	0 10	0·793	. . . .	
Quatorzième route. Passage par le périhélie le 15 *juin.*					
16 mai.	3 39	0 23 B	0·958	. . . .	La comète se lève à 2 heures ½ du matin à Paris.
22 . . .	13 55	0 9	0·984	. . . .	
28 . . .	23 56	0 5 A	1·028	. . . .	

OBSERVATIONS

SUR

L'*ADONIS CAPENSIS* DE LINNÆUS,

Par E. P. Ventenat.

Lu le 17 prairial an 11.

La découverte des espèces qui constituent des genres nouveaux en Histoire naturelle, est très-avantageuse à la science, puisqu'elle en recule les bornes; mais la fixation précise des espèces, et la séparation de celles qui présentent des caractères propres à former de nouveaux genres, ne sont pas d'une utilité moins importante. Quelques observations que j'ai faites sur plusieurs espèces rapportées par Linnæus au genre *Adonis*, m'ont paru pouvoir être présentées à la classe, et mériter de fixer un moment son attention.

Linnæus a réuni sous le nom d'*Adonis capensis* plusieurs espèces qui sont très-distinctes, et qui ne doivent point appartenir à ce genre. Une de ces espèces vient de fleurir et de fructifier dans le jardin de la Malmaison, formé par le goût éclairé et par les soins de madame Bonaparte. A la vérité, les caractères de la fleur m'ont paru être à peu près les mêmes que dans l'*Adonis*; mais

ceux qui sont fournis par le fruit, présentent de grandes différences, et nécessitent l'établissement d'un genre nouveau. Ce fruit est formé de plusieurs baies réunies en tête; tandis que dans le genre *Adonis*, le fruit doit être formé de plusieurs capsules. Il existe donc dans les espèces rapportées par Linnæus au genre *Adonis*, la même différence qu'entre la Potentille et la Ronce : et les mêmes motifs qui ont déterminé les botanistes à distinguer ces deux derniers genres, exigent pareillement une séparation dans les espèces rapportées au genre *Adonis*, dont le fruit est de nature différente.

En vérifiant les synonymes rapportés par Linnæus à l'*Adonis capensis*, j'ai reconnu que le célèbre professeur d'Upsal avoit réuni sous la même dénomination trois espèces réellement distinctes. Il suffit pour s'en convaincre de jeter les yeux sur les figures qu'il cite de Commelin, de Burmann et de Plukenet. Linnæus fils, dans son supplément, avoit à la vérité distingué la plante figurée par Plukenet, et l'avoit désignée sous le nom d'*Adonis vesicatoria;* mais comme il n'avoit point cité la figure de Plukenet, il est probable qu'il croyoit établir une nouvelle espèce, tandis qu'il décrivoit une de celles que son père avoit rapportées à l'*Adonis capensis*. M. Aiton a suppléé à l'omission du fils de Linnæus, puisqu'en mentionnant l'*Adonis vesicatoria*, il lui a donné pour synonyme la phrase descriptive de la plante figurée par Plukenet. M. Willdenow, dans son *Species plantarum*, a adopté le synonyme cité par l'auteur de l'*Hortus Kewensis;* mais en mentionnant l'*Adonis capensis*, il a présenté

comme synonymes de cette espèce les plantes figurées par Commelin et Burmann. Quoique la seule inspection de ces figures suffise pour démontrer que les plantes qu'elles représentent sont distinctes, néanmoins je me serois difficilement déterminé à les séparer, si la riche collection de notre confrère Jussieu, qui est ouverte avec tant de complaisance à tous ceux qui s'occupent de botanique, ne m'eût procuré l'avantage de les observer en nature. J'ai trouvé dans cette collection, sous le nom d'*Adonis capensis*, trois espèces, dont une répond à la figure de Burmann, l'autre à celle de Plukenet, et une troisième tout-à-fait nouvelle. La plante que j'ai observée à la Malmaison, étant évidemment celle qui est figurée dans Commelin, il s'ensuit, comme je l'ai déja dit, que Linnæus avoit réuni trois espèces sous le nom d'*Adonis capensis*; et en ajoutant l'espèce inédite de l'*Herbier* de Jussieu, et celle que Linnæus fils a désignée dans son supplément sous le nom d'*Adonis filia*, le genre que j'établis contiendra cinq espèces.

Quoique le caractère fourni par la nature du fruit, suffise pour distinguer les espèces comprises sous le nom d'*Adonis capensis*, il en existe encore un autre qui paroîtra d'une grande importance au botaniste pénétré des principes de la méthode naturelle. Le port de ces plantes qui sont toutes originaires du Cap de Bonne-Espérance, ressemble à celui des Ombellifères, et ce groupe parfaitement assorti et très-naturel, présente dans sa physionomie une singularité bien remarquable dans la famille des Renonculacées.

J'ai donné au genre que j'établis le nom d'*Anamenia*. Ce nom est formé d'*Anahamen*, expression employée par les Arabes pour désigner l'Anémone et l'Adonis. Les caractères essentiels de ce nouveau genre, que je crois devoir exprimer en latin pour me conformer à l'usage adopté par les naturalistes dans les mémoires publiés par les sociétés savantes, sont,

Calix pentaphyllus. Petala quinque aut plura, ungue nudo. Germina receptaculo globoso imposita. Baccæ plurimæ, monospermæ. — Herbæ perennes. Folia radicalia, sæpiùs biternata, raró bipinnata. Flores in scapo umbellati. Habitus Umbelliferarum. Plantæ acerrimæ, pro vesicatoriis adhibitæ.

A. *Foliis biternatis.*

1. *ANAMENIA (coriacea) foliolis subcordatis, coriaceis, glabriusculis, lateralibus basi obliquè truncatis; umbellâ suprà decompositâ, patentissimâ.*

RANUNCULUS æthiopicus foliis rigidis, floribus ex luteo virescentibus. COMMEL. *Hort. Amstelodam.* pl. I. — *CHRISTOPHORIANA africana ranunculoïdes, foliis rigidis.* BOERH. *Lugd.* 2, p. 62. — *ADONIS capensis*, LINN.; WILLDEN. *Spec. plant.*

2. *ANAMENIA (laserpitiifolia) foliolis subcordatis, rigidis, glabriusculis, lateralibus basi obliquè truncatis; umbellâ subsimplici pauciflorâ.*

IMPERATORIA ranunculoïdes africana enneaphyllos, laserpitii lobatis foliis rigidis, margine spinosis. PLUKEN. *Almag.* 198, tab. 95, fig. 2. *ADONIS capensis*, LINN.;

LAMARCK, *Dictionn.* — *ADONIS vesicatoria*, LINN. fil. *Supplem.*; AIT.; WILLD.

3. *ANAMENIA* (*gracilis*) *foliolis ovatis* (*sæpè incisis*) *profundè serratis, rigidis, pilosis; scapis apice ramosis; ramis erectis, paucifloris.* — *Ex Herb.* JUSSIÆANO. *ADONIS æthiopica?* THUNB. prodr. *Plant. Capens.*

4. *ANAMENIA* (*hirsuta*) *foliolis lanceolatis, profundè serratis, hirsutis; scapo basi ramoso; ramis decumbentibus, paucifloris.* — *Ex Herbar.* JUSS.

CHRISTOPHORIANA trifoliata, foliis scabris, flore sulphureo rariore. BURM. *Plant. Afric.* p. 145, tab. 51. — *IMPERATORIA ranunculoïdes Sphondylii folio hirsuto, minor.* PLUKEN. *Mantiss.*; RAJ. *Hist. plant.* vol. III, p. 316. — *ADONIS capensis*, LINN.; WILLD. *Spec. plant.* LAM. *Dict.*

B. *Foliis bipinnatis.*

5. *ANAMENIA* (*daucifolia*) *foliolis linearibus, bipinnatifidis. ADONIS filia*, L. F. S. WILLD. *Spec. plant.* — *ADONIS daucifolia.* LAM. *Dict.*

Le genre *Anamenia* doit être placé dans l'ordre des rapports entre l'*Hydrastis* et l'*Adonis*. Il se rapproche du premier par la nature de son fruit; mais il en diffère par les caractères de la fleur. Il a de l'affinité avec le second par la structure des fleurs; mais il s'en éloigne par son fruit formé de plusieurs baies, et sur-tout par son port. Ainsi, l'*Anamenia* a les fleurs de l'*Adonis*, le fruit de l'*Hydrastis*, et le port des Ombellifères.

ÉTABLISSEMENT D'UN NOUVEAU GENRE,

Par E. P. Ventenat.

Lu le 23 vendémiaire an 13.

L'honneur de dédier un genre à l'Impératrice des Français, devoit être ambitionné par l'auteur du jardin de la Malmaison. J'aurois déja rempli ce devoir, si j'avois voulu avoir recours à des plantes desséchées ou conservées dans les herbiers. La crainte de ne pouvoir saisir exactement les caractères de celle que j'aurois choisie, l'impossibilité de présenter dans un dessin la véritable couleur de chacun de ses organes, et sur-tout le désir de voir cultiver dans les jardins publics et particuliers celle que j'aurois désignée par le nom de sa majesté, m'ont déterminé à attendre le moment favorable où une plante vivante présenteroit des caractères assez tranchés pour établir un nouveau genre. Puisse ce foible hommage rappeler à la postérité la protection éclairée que l'Impératrice accorde à la science, et l'éclat dont elle l'embellit!

Je donne le nom de *Josephinia imperatricis* à une plante bisannuelle, originaire de la Nouvelle Hollande, et cultivée de graines rapportées par le capitaine Hamelin.

La tige cylindrique dans sa partie inférieure, tétragône dans la supérieure, s'élève à 8 décimètres. Elle est rameuse et feuillée dans toute son étendue. Les feuilles sont opposées, réfléchies, pétiolées, en cœur et ovales. Les inférieures sont sinuées, dentées, longues de 13 centimètres, et larges de 8; les supérieures sont simplement crénelées ou presque entières, et beaucoup plus courtes. Les fleurs d'un gris de perle, nuancées de rose en dehors, tachetées de points pourpres en dedans, sont de la grandeur de celles du *Digitalis sceptrum*. Elles naissent dans les aisselles des feuilles supérieures, et forment par leur ensemble une grappe alongée.

Le caractère générique peut être énoncé en ces termes:

Calix quinque partitus; laciniis erectis, æqualibus. Corolla tubo brevi, fauce inflatâ campanulatâ, limbo bilabiato : labio superiore erecto, bifido; inferiore horizontali, trifido, laciniâ intermediâ longiore. Stamina quatuor, didynama, corollâ breviora: rudimentum quinti staminis. Germen disco cinctum : stylus longitudine staminum : stigma quadrifidum. Nux aculeis muricata, apice foraminibus quatuor seu quinque perfossa, intùs longitudinaliter totidem locularis, tetra, vel pentasperma. Semina teretia, basi loculamentorum affixa.

Le genre que j'établis appartient à la didynamie angiospermie du système sexuel, et à la huitième classe de la méthode de notre confrère Jussieu. Cette classe renferme plusieurs familles dont la corolle est irrégulière, dont les étamines sont didynames, et dont le fruit est

angiosperme. En comparant les caractères de la *Josephinia* avec ceux de ces différentes familles, on voit clairement qu'il faut rapporter le genre nouveau à l'ordre des Bignones; et la nature de son fruit indique qu'il doit être classé dans la troisième section de cette famille. Il a beaucoup de rapports avec le *Pedalium;* mais il en diffère par son calice dont les divisions sont égales, par sa corolle parfaitement labiée, par son stigmate à quatre divisions, par la structure de son fruit, et par l'attache des semences. Il a aussi beaucoup d'affinité avec le *Sesamum*, auquel il ressemble tellement par la forme de sa corolle, que je n'aurois point hésité à regarder l'espèce figurée dans l'*Hort. Malabar.*, vol. 9, pl. 55, comme la même plante que la *Josephinia Imperatricis*, si la différence frappante qui existe entre les fruits de chacune, n'eût annoncé clairement qu'elles n'appartenoient point au même genre. En effet, les fruits figurés dans la planche que j'ai indiquée, ressemblent parfaitement à ceux du *Sesamum orientale*, qui sont des capsules oblongues, divisées en quatre loges, et contenant un grand nombre de semences attachées à un placenta central.

Je crois devoir avertir que MM. Pavon et Ruiz ont déja dédié, dans le troisième volume du *Species floræ Peruvianæ et Chilensis*, un genre à leurs majestés l'Empereur et l'Impératrice des Français. Celui de sa majesté l'Impératrice porte le nom de *Lapageria*. Ce genre qui appartient à une division de la famille des liliacées, a beaucoup de rapports avec les *Philesia* et *Calixene*, genres établis par Commerson. Il diffère néanmoins du

Philesia par les divisions du calice parfaitement égales, et du *Callixene* par son calice en cloche, et dont toutes les divisions sont dépourvues de glandes à leur base. Je ne crois pas devoir ajouter avec MM. Ruiz et Pavon, que la *Lapageria* diffère encore du *Callixene* par son fruit uniloculaire. Cette particularité ne peut être considérée comme un caractère dans la famille des liliacées. Elle paroît devoir être l'effet de l'avortement; et il est probable que le fruit, avant de parvenir à sa maturité, présente réellement trois loges.

Ainsi, il existe à présent deux genres dédiés à sa majesté l'Impératrice des Français; l'un sous le nom de *Lapageria*, et l'autre sous celui de *Josephinia*. On trouve dans les *Annales de la botanique* quelques exemples d'un double hommage fait à des personnes célèbres par les services qu'elles ont rendus à la science. Commerson n'a point hésité à consacrer, sous le nom de *Gastonia*, un genre à la mémoire du frère de Louis XIII, qui avoit formé le noble et utile projet de faire dessiner par les plus habiles artistes, toutes les plantes connues; quoiqu'il sût néanmoins que Linnæus avoit déja donné dans son *Hortus Cliffortiarius*, le nom de *Borbonia*, à un genre de la famille des légumineuses.

ÉTABLISSEMENT

D'UN NOUVEAU GENRE,

Par E. P. Ventenat.

Lu le 30 vendémiaire an 13.

Parmi les plantes cultivées à la Malmaison, et originaires de la Nouvelle-Hollande, j'en ai observé une qui paroît mériter de fixer l'attention des botanistes. Cette plante dont toutes les parties répandent une odeur analogue à celle de la sauge, est sur-tout remarquable par ses fleurs très-nombreuses, de couleur de rose, et formant par leur ensemble une vaste panicule pyramidale. Sa tige droite, cylindrique, est haute d'un mètre et demi, et de la grosseur de l'index. Elle est marquée de cicatrices circulaires, et recouverte d'un duvet laineux dans sa partie inférieure : dans la supérieure, elle est feuillée, d'un vert foncé, parsemée de poils glanduleux. Ses feuilles alternes et embrassant parfaitement la tige, sont en forme de lance, pointues à leur sommet, échancrées à leur base qui est réfléchie, et qui forme deux oreillettes saillantes. Les fleurs disposées en grappes sur les divisions des rameaux de la panicule, sont d'abord d'un rouge assez vif; mais à mesure qu'elles approchent

du terme de leur développement, cette couleur s'affoiblit. Les pédoncules sont couverts d'écailles serrées, membraneuses, transparentes, et aussi vivement colorées que les fleurs. L'analyse m'a démontré que cette plante appartenoit à la famille des corymbifères, qu'elle devoit être rapportée à la quatrième section de cet ordre, et placée près de l'Armoise.

S. M. l'Impératrice s'étant aperçue que cette plante constituoit un genre nouveau, a bien voulu m'indiquer elle-même le nom que je devois lui donner. MM. Ruiz et Pavon ayant déja consacré celui de *Bonapartea* dans la Flore du Pérou, et M. Palissot-Beauvois celui de *Napoleona* dans la Flore d'Oware et de Benin, j'ai eu recours à la langue grecque, qui a fourni aux botanistes un grand nombre de dénominations aussi expressives qu'harmonieuses, pour obéir au désir de S. M. l'Impératrice, et pour donner à S. M. l'Empereur une foible preuve de la reconnoissance qu'il a droit d'attendre de tous ceux qui cultivent les arts et les sciences.

Calomeria (1).

Character essentialis. Flores flosculosi; flosculis 3—4, *hermaphroditis. Calix imbricatus, oblongus, coloratus; squamis scariosis, conniventibus. Stigmata intus sulcata, apice fimbriata. Semina nec papposa, nec marginata. Receptaculum nudum. Caulis herbaceus.*

---

(1) Καλὸς, *bon*, et μερὶς, *partie*.

Folia alterna, amplexicaulia. Panicula diffusa, pyramidalis. Pediculi florum squamulis cooperti.

Je donne à la plante qui constitue ce genre nouveau, le nom spécifique d'*Amaranthoïdes*, parce que ses fleurs ont l'apparence de celles de plusieurs espèces de l'ordre des *Amarantes.*

N. B. Voyez, dans le jardin de la Malmaison, les figures des *Anamenia*, *Josephinia*, et *Calomeria.*

RECHERCHES

Sur la température de l'eau à son maximum *de densité*,

Par le comte de Rumford, V. P. R. S., associé étranger.

Lu le 26 messidor an 13 (15 juillet 1805.)

Dans mon *Essai sur la propagation de la chaleur dans les fluides*, et dans un *Mémoire publié dans les transactions philosophiques pour l'an* 1804, où j'ai rendu compte d'un phénomène curieux observé sur les glaciers de Chamouny, j'ai attribué la fonte de la glace qui se trouvoit submergée dans de l'eau à la température de la glace fondante, à des courans d'eau un peu plus chaude, et par conséquent un peu plus pesante, qui descendoient de la surface de l'eau froide vers son fond; mais le fait principal sur lequel cette explication est fondée, ayant été révoqué en doute depuis peu par plusieurs physiciens, j'ai cherché à l'établir par de nouvelles et décisives expériences.

S'il est vrai que la température à laquelle l'eau se trouve à son *maximum* de densité, est de quelques degrés du thermomètre plus haute que celle de la glace fondante, et que la communication de la chaleur dans

les liquides s'opère par un mouvement de circulation causé par un changement de densité dans les particules du fluide, résultat d'un changement de température, l'explication que j'ai donnée du phénomène de la fonte de la glace recouverte par une couche d'eau, à la température de la glace fondante par de la chaleur appliquée à la surface de cette eau, paroît naturelle et admissible; mais si la densité de l'eau est plus grande à la température de la glace fondante qu'à toute autre température plus élevée, comme plusieurs physiciens prétendent, il est clair que les courans verticaux descendans d'eau chaude que j'ai décrits ne pouvant pas avoir lieu, mon explication doit être rejetée.

Cette question m'intéressoit d'autant plus que le fait dont il s'agit m'avoit servi de base à la théorie que j'ai donnée dans mon septième *Essai des vents périodiques polaires*, et aussi à mes conjectures sur l'existence des courans d'eau froide au fond de la mer, venant des cercles polaires vers l'équateur, et sur la cause de la grande différence que l'on trouve dans les températures de différens pays situés sous la même latitude, et à la même hauteur au dessus du niveau de la mer.

Méditant sur les moyens que je pourrois employer pour mettre ce fait important hors de doute, j'ai imaginé l'expérience dont je vais rendre compte, et qui est d'autant plus intéressante qu'elle démontre l'existence des courans dans une masse d'eau qui est échauffée ou refroidie, que ma théorie suppose, en même temps qu'elle prouve que la température à laquelle l'eau se trouve à

son *maximum* de densité, est réellement de quelques degrés au dessus de celle de la glace fondante.

Dans un vase cylindrique (A) construit de minces feuilles de laiton, ouvert par le haut, de 5 pouces et demi de diamètre, et de 4 pouces de profondeur, porté par trois pieds solides d'un pouce et un quart de haut, je plaçai un autre vase ou coupe (B) de la même matière, de 2 pouces de diamètre au fond, de 2 pouces $\frac{8}{10}$ de diamètre en haut à son ouverture, et d'un pouce $\frac{3}{10}$ de profondeur. Cette coupe est portée sur trois pieds divergens, de telles forme et longueur, que lorsque la coupe est introduite et fixée dans le vase cylindrique, l'axe de la coupe se trouve coïncider avec l'axe du vase, le fond de la coupe restant élevé d'un pouce et un quart au dessus du fond du vase.

Du milieu du fond de cette coupe s'élève un tube vertical de laiton, d'un demi-pouce de diamètre, et de $\frac{6}{10}$ de pouce de haut, soudé par le bas au fond de la coupe, et ouvert en haut, qui sert de support à une seconde coupe (C) plus petite, faite de liége.

Cette coupe de liége, dont la forme est presque hémisphérique, est d'un pouce de diamètre en dedans, à son ouverture, de $\frac{4}{10}$ de pouce de profondeur, et d'un quart de pouce d'épaisseur. Elle est fermement fixée dans une position horizontale sur l'extrémité supérieure du tube vertical qui s'élève du fond de la coupe de laiton par le moyen d'un pied, ou prolongement cylindrique, de liége, d'un demi-pouce en diamètre, et d'un quart de pouce de longueur, qui descend du milieu du fond de

cette coupe de liége extérieurement, et entre avec frottement dans l'ouverture du tube vertical.

Quand cette coupe de liége est à sa place, son rebord, supérieur se trouve dans le même plan horizontal que celui de la coupe de laiton dans laquelle elle est placée.

A l'un des côtés de la coupe de liége, à son rebord se trouve une petite ouverture qui reçoit et qui retient la partie inférieure du tube d'un petit thermomètre à mercure (D). La boule de ce thermomètre, qui est sphérique, est de $\frac{3}{10}$ de pouce de diamètre, et elle est fixée au milieu de la coupe, de manière que son centre se trouve élevé d'un quart de pouce au dessus du fond de la coupe, et par conséquent la partie la plus élevée de la boule se trouve être de niveau avec le rebord de la coupe, la boule étant comme suspendue au milieu de sa cavité, sans toucher nulle part ses parois.

Le tube de ce thermomètre, qui a 6 pouces de long, fait, à la distance d'un pouce de sa boule, un coude qui forme un angle de 110 degrés environ, et le thermomètre est fixé à la coupe de liége, de telle façon que la plus courte branche de son tube, longue d'un pouce, portant la boule à son extrémité, se trouve dans une position horizontale, tandis que l'autre branche, longue de 5 pouces, à laquelle est fixée une échelle d'ivoire, graduée suivant Fahrenheit, est tournée en haut, et sort obliquement du vase cylindrique dans lequel les coupes sont placées, en sorte que la division de l'échelle du thermomètre, qui indique la température de la glace

fondante, se trouve être un peu au dessus du niveau du bord supérieur de ce vase, et par conséquent visible à l'œil placé à côté du vase.

La coupe de liége, qui fut faite au tour, est très-bien exécutée, et pour en boucher tous les pores on l'a revêtue en dedans et en dehors d'une couche mince de cire fondue, qu'on a eu soin de frotter et de polir quand elle fut refroidie.

Le thermomètre fut fixé à la coupe de liége avec de la cire, et on a eu soin, dans cette opération, de conserver la forme régulière de la coupe, tant en dehors qu'en dedans.

Le tube vertical qui supporte cette coupe dans celle de laiton, est percé de plusieurs petits trous qui donnent un libre passage à l'eau employée dans les expériences.

La coupe de laiton étant destinée à être submergée dans l'eau et entourée de gâteaux de glace, afin de lui donner plus de stabilité, dans cette situation un morceau de plomb, du poids de 6 onces, fut attaché à chacun de ses trois pieds.

Cette coupe, contenant la coupe de liége avec son thermomètre, ayant été placée dans le vase cylindrique, ce dernier fut placé dans un bassin (E), de terre cuite, et entouré, de tous côtés, de glace pilée. Ce bassin est de 11 pouces de diamètre à son ouverture, de 7 pouces de diamètre au fond, et de 5 pouces de profondeur, et il fut placé sur une table solide, dans une chambre tranquille.

On glissa ensuite plusieurs morceaux de glace en des-

sous du fond de la coupe de laiton, et on entoura cette coupe, de tous les côtés, d'une rangée circulaire d'autres morceaux plus longs de glace, que l'on fixa dans une position verticale entre les parois extérieures de cette coupe et les parois du vase cylindrique. Ces derniers morceaux, qui avoient près de 4 pouces de longueur, s'étendoient du fond du vase jusqu'à une très-petite distance de son bord. Tous ces morceaux de glace ayant été solidement fixés à leur place par le moyen de quelques petits coins de bois, on versa de l'eau à la température de la glace fondante dans le vase cylindrique, jusqu'à ce que la surface de ce fluide fût à la hauteur d'un pouce au dessus du bord supérieur de la coupe de liége.

Dans cet état de choses, il est évident que les deux coupes se trouvèrent remplies et entourées de tous les côtés par de l'eau à la température de la glace fondante, et que cette température étoit rendue constante par les morceaux de glace avec lesquels cette eau étoit en contact.

Après avoir laissé l'appareil dans cette situation près d'une heure, pour m'assurer de la parfaite constance et uniformité de la température de l'eau froide dans toute sa masse, je fis l'expérience suivante.

Première expérience.

Ayant fait préparer une boule solide d'étain (F), de 2 pouces de diamètre, qui a, d'un côté, un prolongement cylindrique d'un pouce de diamètre, et d'un demi-pouce

de longueur, terminé par une pointe conique d'un demi-pouce de long, et du côté opposé un fort fil d'archal de 6 pouces de long, qui lui sert de manche; cette boule, après avoir été plongée pendant une demi-heure dans une masse considérable d'eau à la température de 42° F, fut retirée de cette eau, essuyée avec un mouchoir fin à cette même température, et portée sans perte de temps au dessus du vase cylindrique, et fixée de manière que toute la pointe conique de la boule d'étain, longue d'un demi-pouce, se trouvoit plongée dans l'eau froide contenue par ce vase.

Pour supporter et retenir la boule d'étain à sa place, je me suis servi d'une forte lame (G H) de fer-blanc, de 6 pouces de long sur 2 pouces et demi de large, percée, dans le milieu, d'un trou circulaire d'un pouce de diamètre. Cette lame étant posée horizontalement sur les bords du vase cylindrique, de manière que le centre du trou circulaire de la lame coïncidoit avec l'axe du vase, la pointe conique de la boule fut introduite dans ce trou, du haut en bas, et descendant dans l'eau froide, fut arrêtée et solidement fixée dans la situation précisément qui lui étoit convenable.

La boule fut placée de façon que l'extrémité de la pointe conique se trouva précisément au-dessous de la coupe de liége, et à la distance d'un demi-pouce au-dessus du niveau de ses bords, et par conséquent un demi-pouce au-dessus de la partie supérieure de la boule du petit thermomètre qui se trouvoit dans cette coupe.

La quantité d'eau froide, dans le vase cylindrique,

avoit été préalablement réglée de manière que la pointe conique, qui termine le prolongement cylindrique de la boule d'étain, étant submergée entièrement, la surface de l'eau se trouva de niveau avec la base de ce cone renversé, de façon que toute la partie cylindrique de ce prolongement se trouva hors de l'eau.

Je savois que les particules de l'eau à la température de la glace fondante, qui se trouvèrent en contact avec cette pointe conique, ne manqueroient pas d'acquérir quelque petite portion de chaleur de ce métal relativement chaud, et je concluois que si ces particules d'eau, devenues un peu plus chaudes par ce contact, devenoient en même temps d'une gravité spécifique plus grande, en conséquence de cette petite augmentation de température, elles devroient nécessairement descendre dans le liquide ambiant, moins dense; et comme cette pointe conique se trouvoit directement au-dessus de la coupe de liége, je prévoyois que ce courant descendant d'eau chaude tomberoit dans cette coupe et finiroit par la remplir, et que la présence de cette eau chaude dans la coupe seroit infailliblement annoncée par le thermomètre qui s'y trouvoit.

Le résultat de cette expérience intéressante fut tel que je l'avois attendu. La pointe métallique n'avoit pas été 20 secondes en contact avec l'eau froide que le thermomètre commença à monter, et en 3 minutes il s'étoit élevé de 3 $\frac{1}{2}$ degrés, c'est-à-dire de 32° F, le terme de la glace fondante à 35 $\frac{1}{2}$°. Au bout de 5 minutes il se trouvoit à 36°.

Un autre petit thermomètre qui fut placé juste au-dessous de la surface de l'eau froide, et éloigné de $\frac{2}{10}$ de pouce seulement de la partie supérieure de la pointe conique, ne parut nullement affecté du voisinage de ce corps chaud.

Un troisième thermomètre submergé dans cette eau, qui avoit sa boule placée dans la coupe de laiton à côté de la coupe de liége, et de niveau avec son bord, indiqua que l'eau qui entoura immédiatement la coupe de liége, resta constamment à la température de la glace fondante pendant que cette coupe fut remplie d'eau chaude, et même pendant toute la durée de l'expérience.

Comme je savois, d'après les résultats des expériences que j'avois faites sur la propagation de la chaleur dans une barre solide de métal (1), qu'aucune des particules d'eau froide qui touchèrent la surface de la pointe conique dans l'expérience dont je viens de rendre compte, ne pouvoient acquérir par ce contact momentané la température complète de ce métal chaud, je ne fus nullement surpris que le thermomètre qui se trouvoit dans la coupe de liége ne montât qu'à 36°.

Pour voir si je ne pouvois pas le faire monter, et plus haut, et plus vîte, en employant la pointe métallique chauffée à un degré jugé suffisant pour élever les particules d'eau froide qu'elle toucheroit jusqu'à la tem-

(1) On a rendu compte de ces expériences dans un mémoire présenté à la classe des sciences mathématiques et physiqnes de l'Institut national de France, en date du 7 mai 1804.

pérature que l'on croit celle du *maximum* de la densité de ce liquide, je fis l'expérience suivante.

Seconde expérience.

AYANT retiré la boule d'étain, j'ôtai doucement avec la barbe d'une plume à écrire, l'eau chaude qui, dans l'expérience précédente, avoit été logée dans la cavité de la coupe de liége (et qui s'y trouvoit encore d'après l'indication du thermomètre appartenant à cette coupe), et je plaçai dans l'eau froide contenue par le vase cylindrique plusieurs petits morceaux de glace, qui, en flottant à la surface de cette eau, au-dessus de la coupe de liége, l'empêcha de recevoir de la chaleur de l'air atmosphérique, dont la température étoit en ce moment à 70° F; et comme la coupe de liége avoit été un peu chauffée dans la dernière expérience, j'attendois qu'elle fût refroidie.

Aussitôt que la coupe de liége et tout l'appareil paroissoient avoir acquis la température de la glace fondante, je retirois soigneusement les morceaux de glace qui flottoient sur la surface de l'eau froide, et quand tout étoit devenu parfaitement tranquille, je plongeois de nouveau dans cette eau froide la pointe conique de la boule métallique, mais qui se trouvoit pour lors être à la température de 60° F, et je la fixois dans la même position précisément qu'elle avoit occupée dans l'expérience précédente.

Les résultats de cette seconde expérience furent très-

frappans, et si je ne me trompe, ils fournissent des preuves incontestables, non seulement que la température à laquelle la densité de l'eau ait un *maximum*, est en effet de plusieurs degrés au-dessus de celle de la glace fondante, mais aussi que des courans chauds descendans ont réellement lieu dans une masse d'eau en repos à la température de la glace fondante, toutes les fois que les particules de ce liquide qui se trouvent à sa surface, acquièrent une température un peu plus élevée que celle de la glace fondante, comme je les ai annoncés dans mon *Essai sur la propagation de la chaleur dans les fluides.*

Dans cette expérience la pointe conique appartenant à la boule d'étain, n'avoit pas été submergée dans l'eau froide plus de 10 secondes, quand j'aperçus très-distinctement que le mercure dans le tube du thermomètre appartenant à la coupe de liége commençoit à monter, et en 50 secondes il s'étoit élevé de 4 degrés, savoir de 32° à 36°.

Au bout de 2 minutes et 30 secondes (en partant de l'instant où la pointe métallique avoit été introduite dans l'eau froide), le thermomètre s'étoit élevé à 39°, et au bout de 6 minutes à $39 \frac{7}{8}$°; alors il commençoit à descendre. Il descendoit pourtant fort lentement, puisqu'au bout de 8 minutes 30 secondes il se trouvoit encore à $39 \frac{3}{4}$°.

Un petit thermomètre à mercure, dont la boule étoit placée dans l'eau froide à côté de la coupe de liége à la distance de $\frac{2}{10}$ de pouce de son bord, ne parut nulle-

ment affecté par le courant vertical d'eau chaude qui descendoit de la pointe conique dans cette coupe, dans cette expérience.

L'expérience fut répétée quatre fois le même jour (13 juin 1805), et toujours avec les mêmes résultats à peu près.

Voici les résultats moyens de ces expériences :

Temps écoulé à partir du commencement de l'expérience.		Température de l'eau dans la coupe de liége indiquée par le thermom.
0′ 0″		32°
A 0 10,	le thermomètre commença à s'élever à	32
A 0 23,	il étoit élevé à	33
0 28		34
0 35		35
0 48		36
1 3		37
1 35		38
2 32		39
3 41		39 $\frac{1}{2}$
4 48		39 $\frac{3}{4}$
6 5		39 $\frac{7}{8}$

Comme j'avois trouvé par des expériences faites l'année 1797 (1), que l'eau à la température d'environ 42° F (que l'on peut appeler très-froide), reposant sur un gâteau solide de glace fixé au fond d'un grand vase cylindrique de verre, fondoit beaucoup plus de cette glace, dans un temps donné, qu'une égale quantité d'eau chaude dans

(1) J'ai rendu compte de ces expériences dans mon *Septième essai sur la propagation de la chaleur dans les fluides.*

la même situation a pu fondre, même quand elle fût bouillante; j'étois très-curieux de voir si la boule du thermomètre qui se trouvoit submergée dans l'eau froide dans la coupe de liége, et immédiatement au-dessous de la pointe métallique, ne seroit pas aussi plus échauffée quand cette pointe se trouveroit de quelques degrés seulement plus chaude que l'eau, que quand elle seroit à une température beaucoup plus élevée.

Voyant que cette recherche devroit jeter un grand jour sur les opérations mystérieuses de la distribution de la chaleur dans les liquides, je me hâtai de faire l'expérience suivante.

Troisième expérience.

TOUT l'appareil ayant été de nouveau réduit à la température uniforme et constante de la glace fondante, la boule d'étain fut cette fois-ci chauffée dans de l'eau bouillante, et étant retirée de ce liquide chaud, elle fut transportée avec toute la célérité possible, et sa pointe conique submergée dans l'eau froide, au-dessus de la coupe de liége, comme dans les expériences précédentes.

Le résultat de cette expérience fut extrêmement intéressant. La pointe métallique chaude avoit été à sa place 50 secondes avant que le thermomètre, dans la coupe de liége, montrât le moindre signe de chauffement, et ce ne fut qu'au bout d'une minute 7 secondes qu'il s'étoit élevé de 2 degrés.

Dans l'expérience précédente où la pointe métallique étoit beaucoup plus froide, le thermomètre avoit commencé à monter dès la dixième seconde, et au bout d'une minute 3 secondes il s'étoit élevé de 5 degrés.

La différence entre les résultats de ces deux expériences est très-remarquable, et si elle ne prouve pas l'existence et la grande efficacité des courans dans la transmission de la chaleur dans les liquides, je dois confesser que je ne vois pas comment l'existence d'une opération mécanique quelconque qui ne tombe pas immédiatement sous nos sens, peut jamais être démontrée.

Comme l'expérience faite avec la boule d'étain chauffée dans de l'eau bouillante m'a paru très-intéressante, je l'ai répétée deux fois. Voici les termes moyens des résultats:

Temps écoulé à partir du commencement de l'expérience.			Température de l'eau dans la coupe de liége indiquée par le thermom.
	0'	0"	32°
A	0	50, le thermomètre commença à s'élever à . .	32
A	1	2, il se trouvoit élevé à	33
	1	7	34
	1	18	35
	2	2	36
	3	2	36 ½
	4	17	37
	6	2	38
	7	17	38 ⅛
	9	0	38 ¼
	12	0	38 ¼
	14	0	38 ¼

En comparant ces résultats avec ceux des précédentes

expériences, où la boule d'étain n'étoit qu'à la température de 60° et au-dessous, nous pouvons voir de combien la communication de la chaleur dans l'eau froide, de haut en bas, fut plus rapide quand la pointe conique étoit relativement froide, que quand elle fut beaucoup plus chaude; mais on ne peut pas mettre beaucoup d'importance à la décision de la relation de la vîtesse ainsi déterminée, puisqu'il est plus que probable que ce ne fut qu'après que l'extrémité de cette pointe métallique eut été considérablement refroidie par le contact de l'eau froide, que le courant vertical descendant, qui, à la fin, porta la chaleur au thermomètre, ait pu avoir lieu. Au commencement de l'expérience faite avec la boule d'étain chauffée dans l'eau bouillante, les particules d'eau froide qui se trouvèrent les premières en contact avec la pointe conique pendant qu'elle étoit encore très-chaude, furent chauffées à une température plus élevée que celle à laquelle la densité de l'eau est un *maximum*, et la densité de ces particules étant diminuée par ce haut degré de chaleur, les courans verticaux dans l'eau froide commencèrent par être *ascendans;* comme je me suis assuré par le moyen d'un petit thermomètre placé à côté de cette pointe conique, à la distance de $\frac{2}{10}$ de pouce de sa base, et juste au-dessous de la surface de l'eau froide : ce thermomètre s'éleva très-rapidement aussitôt que cette pointe métallique chaude fut plongée dans l'eau froide.

Un autre petit thermomètre dont la boule se trouvoit placée à la même distance à peu près de l'axe de la

pointe conique, mais à un demi-pouce au-dessous de la surface de l'eau froide, conserva pendant toute la durée de l'expérience l'apparence du plus parfait repos.

Les résultats de cette dernière expérience sont d'autant plus intéressans, qu'ils prouvent d'une manière démonstrative que ce ne fut ni par une communication directe de chaleur dans l'eau en repos, de molécule à molécule, de proche en proche, ni par des rayonnemens calorifiques passant à travers cette eau, que la chaleur fut communiquée de la pointe métallique à la boule du thermomètre, mais véritablement par un courant descendant d'eau chaude : car il est parfaitement évident que si cette chaleur avoit été communiquée ou par une communication directe dans l'eau de molécule à molécule, ou par un rayonnement calorifique de la surface métallique passant à travers l'eau en repos, cette communication auroit nécessairement été la plus rapide, lorsque la pointe métallique se trouvoit être la plus chaude; mais ce fut tout le contraire qui eut lieu, comme nous venons de voir. Et de plus, le petit thermomètre qui fut placé très-près du corps métallique, d'un côté, et qui dans cette expérience ne fut nullement affecté par la chaleur de ce corps, n'auroit pas manqué d'acquérir autant de chaleur, pour le moins, que celui placé dans la coupe de liége qui se trouvoit au-dessous de ce corps et dans un plus grand éloignement.

Le temps considérable qui s'écoula dans les expériences faites avec la boule d'étain chauffée dans l'eau bouillante, avant que le thermomètre placé dans la coupe

de liége commençât à être si sensiblement affecté, et la vîtesse avec laquelle il fut chauffé ensuite de quelques degrés, aussitôt qu'il commença à monter, indiquent un fait qu'il est important de remarquer. Pour éclaircir ce fait, il est nécessaire de considérer avec attention l'opération de l'échauffement de l'eau froide par la surface métallique chaude avec laquelle elle fut en contact, et de l'examiner dans son progrès et dans tous ses détails.

Commençons par supposer que la pointe conique de la boule, à la température de l'eau bouillante, vient d'être submergée verticalement jusqu'au niveau de sa base dans une masse d'eau en repos, à la température de la glace fondante. Comme les molécules d'eau qui, dans ce cas, se trouvent en contact avec la surface métallique chaude, ne peuvent pas passer tout d'un coup de la température de la glace fondante à celle de l'eau bouillante, sans passer par tous les degrés intermédiaires; et comme ces molécules, à la température de la glace fondante, ne peuvent pas devenir plus chaudes sans devenir en même temps plus denses; il est évident qu'elles doivent avoir une tendance à descendre, et par conséquent à quitter la surface du métal, aussitôt qu'elles commencent à acquérir de la chaleur; mais l'expérience a fait voir qu'au lieu de descendre elles ont été poussées en haut; ce qui prouve que leur chauffement fut si rapide, qu'avant qu'elles aient eu le temps de quitter la surface du métal et d'échapper à son influence calorifique, elles ont acquis une température si élevée, que leur densité, après avoir passé rapidement le point de

son *maximum*, est devenue même moindre qu'elle étoit à la température de la glace fondante. Mais après quelques momens le corps métallique étant devenu moins chaud, et la communication de chaleur aux molécules d'eau moins rapide, ces molécules devenues plus denses par une petite augmentation de température, ont eu le temps de s'évader avant que de devenir plus chaudes, et pour lors le courant descendant s'établit tout d'un coup.

Ce fait m'intéresse d'autant plus qu'il peut servir en quelque façon à expliquer un phénomène observé dans une expérience faite il y a huit ans, dont j'ai rendu compte dans mon *Essai sur la propagation de la chaleur dans les fluides*. (Voyez mes essais, vol. II, pag. 335, édition de Londres de 1800.)

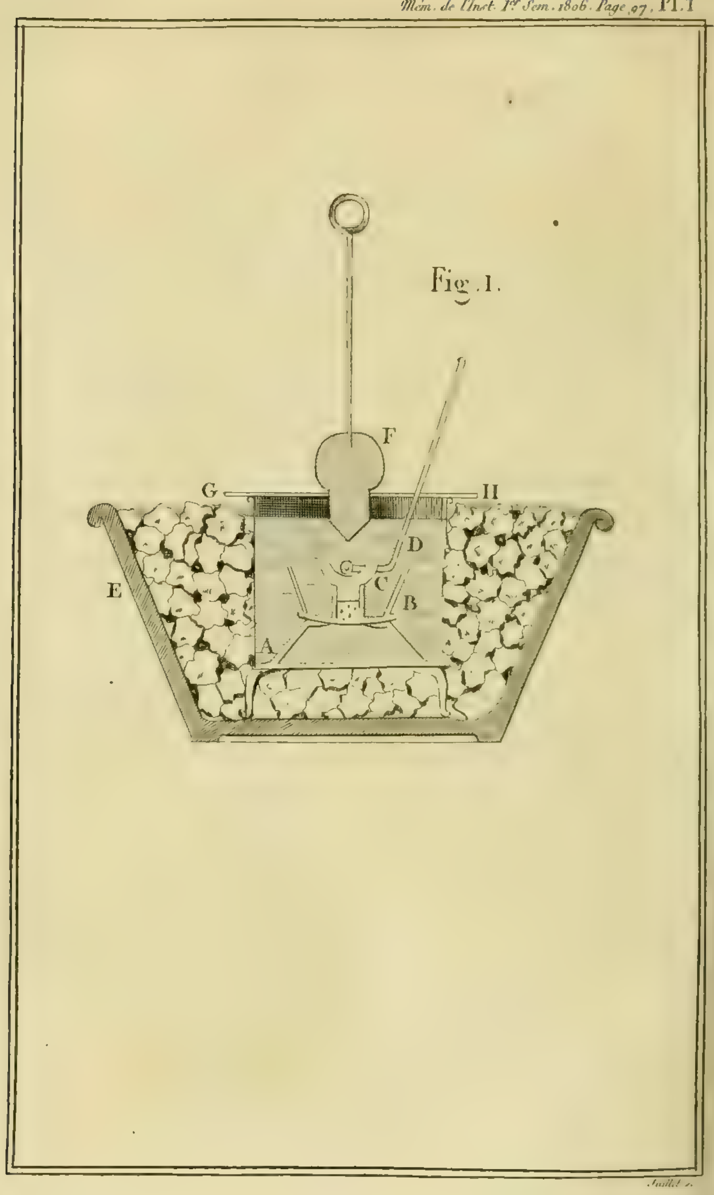
Voici le phénomène dont il s'agit. Ayant versé du mercure dans un petit vase cylindrique de verre de 2 pouces de diamètre, de 3 $\frac{1}{2}$ de haut, jusqu'à ce que ce fluide remplît le vase jusqu'à la hauteur d'un pouce, je versai sur ce mercure deux fois autant d'eau, c'est-à-dire 2 pouces de hauteur, et enfonçant le vase jusqu'au niveau de la surface supérieure du mercure dans un mélange frigorifique de glace pilée et de muriate de soude, l'air de l'atmosphère étant à la température de 60° F, je laissai le tout refroidir tranquillement pour voir dans quelle partie de l'eau la glace commenceroit à paroître. Ce fut au fond de l'eau, où ce liquide étoit en contact avec le mercure, que la glace fut formée.

La couche d'eau qui reposoit immédiatement sur la

surface du mercure ayant été refroidie jusqu'à la température d'environ 41° F, où la densité de l'eau est un *maximum*, les molécules de cette eau, qui se trouvèrent pour lors en contact immédiat avec le mercure, en perdant encore plus de leur chaleur devenoient nécessairement moins denses, et avoient par conséquent une tendance à quitter le fond de l'eau pour monter dans une région plus élevée ; mais la rapidité avec laquelle elles furent refroidies par le mercure étoit si grande, qu'elles furent gelées avant de pouvoir échapper à l'influence frigorifique de ce corps froid.

Après tout ce que j'ai dit des courans froids et chauds qui ont lieu dans un liquide qui est refroidi ou chauffé, on pourroit peut-être croire que je regarde ces courans comme étant composés des seules molécules du liquide qui ayant été en contact immédiat avec le corps qui donne ou qui reçoit la chaleur, se trouvent être toutes à la même température. Je suis d'autant plus éloigné d'avoir cette opinion, que je sais par les résultats de plusieurs expériences faites exprès pour éclaircir ce fait (et dont j'aurai l'honneur de rendre compte à la classe dans une autre occasion), qu'un courant liquide ne peut passer à travers une autre masse liquide en repos, de la même espèce, et d'environ la même gravité spécifique, sans produire un mélange notable des deux liquides ; à plus forte raison un petit courant d'eau chaude ne peut passer sans mélange à travers une masse d'eau froide, et plus il avancera, plus il sera mêlé, et plus par conséquent sa température se trouvera baissée.





Juillet s.

Par exemple, dans les expériences dont je viens de rendre compte, la coupe de liége qui recevoit le courant d'eau chaude qui descendoit de la pointe métallique de la boule d'étain, n'étoit qu'à un $\frac{1}{2}$ pouce au-dessous de l'extrémité de cette pointe : si cette distance avoit été plus grande, le thermomètre dans la coupe auroit certainement monté moins haut; pour cette raison on ne doit pas regarder ces expériences comme propres à déterminer très-exactement la température à laquelle la densité de l'eau est un *maximum*, mais bien à prouver que cette température se trouve réellement de plusieurs degrés du thermomètre au-dessus de celle de la glace fondante; ce qui est tout ce qu'il m'intéresse particulièrement de faire voir dans ce moment-ci.

A juger par la température constante que l'on trouve dans toutes les saisons au fond des lacs profonds, et par les résultats de plusieurs expériences particulières, on peut conclure que l'eau est à son *maximum* de densité lorsqu'elle se trouve à la température d'environ 41° du thermomètre de Fahrenheit, ce qui répond à 4° du thermomètre de Réaumur, et 5° du thermomètre centigrade.

MÉMOIRE

Sur les causes de quelques maladies qui affectent les chapeliers,

Par M. Tenon.

Lu le 2 fructidor an 12.

Celui qui se destine avec confiance à un métier, ne sait pas toujours à quels dangers il va s'exposer, et lorsque, devenu habile dans sa profession, une mort prématurée le surprend, elle est cause d'une perte irréparable dans sa famille. Je n'examine point les effets de cette perte pour des enfans ordinairement sans fortune, demeurés en bas âge; ce sont des considérations qui, dans une nation policée, tiennent à des recherches relatives aux moyens de prévenir et de soulager l'indigence : objets d'une grande importance sans doute, mais d'un ordre différent de celui dont nous devons nous occuper ici.

En effet, un ouvrier perfectionné dans sa profession vient-il à périr par le fait de son état, non seulement la population en souffre, mais encore il emporte quelquefois des procédés difficiles à retrouver; ce qui laisse un grand vide dans une manufacture, lequel porte sur le commerce et sur la fortune publique : motifs qui engagent

à étudier les causes des maladies résultantes de son genre d'industrie. On a déja des ouvrages sur les maladies des gens de métier (1), mais on n'y traite pas des maladies qui affectent toutes les sortes d'ouvriers. D'ailleurs, les arts, les métiers ne sont pas exercés de la même manière en tous lieux; une multitude de circonstances en diversifient les pratiques. Et ne sait-on point qu'ils se perfectionnent avec le temps, je veux dire qu'il s'y introduit des procédés nouveaux que souvent le hasard fournit, que d'autres fois le savoir découvre, et que toujours la cupidité adopte sans examen, mais que la raison et l'humanité engagent à ne point perdre de vue, dans l'intention de s'assurer de leur influence sur la santé et sur la durée de la vie des artisans? or, c'est ce qu'on ne peut savoir qu'en examinant de temps en temps l'état des arts et des métiers; s'il ne s'y seroit pas introduit des procédés, des pratiques contraires à la santé. Les compagnies savantes ont de leur nature une sorte d'attribution sur ces objets pour les surveiller; elles sont, à cet égard, je dirois volontiers l'œil du gouvernement, qui s'en rapporte à leurs lumières et à leurs soins pour tenir la main à cette partie intéressante de l'ordre public.

L'homme appliqué à un métier en est, je dirois volontiers, l'une des parties intégrantes; il y adapte sa puissance motrice, en gouverne à son gré toutes les parties. Il résulte de ces rapports une sorte d'engrénage, si je peux parler ainsi, tel que toutes les branches de son

---

(1) Celui, par exemple, de Bernardi Ramazini, *De morbis artificum*.

métier se plient à ses volontés et à sa puissance motrice ; rapports à raison desquels il est nécessairement soumis aux impressions que son genre d'industrie exerce sur sa personne, et qui sont autant d'effets naturels dépendans de son métier, mais que, par rapport à lui, on doit regarder comme autant d'altérations. Et ce sont ces altérations que nous mettons au nombre des maladies qui prennent leurs sources dans l'exercice des métiers.

Chaque métier pourroit offrir, ce me semble, encore aujourd'hui des connoissances utiles à recueillir pour la pratique de la médecine. J'avois entrepris autrefois des recherches sur ceux des arts où l'on emploie le mercure ; je me bornerai en ce moment à celles de mes observations qui ont rapport aux maladies des chapeliers dans certaines manufactures de Paris.

Feu l'abbé Nollet, en donnant l'*Art du chapelier* dans un beau détail pour la main-d'œuvre et la partie du commerce, n'a pas dû s'occuper de la santé de ces ouvriers ; et vainement chercheroit-on dans Ramazini, ni dans aucun auteur que je sache, des renseignemens sur les maladies de ces artisans.

Elles fixèrent, dès 1757, mon attention ; je les étudiai dans les six principales manufactures de Paris, tant pour me procurer plus de faits propres à m'éclairer, que pour m'assurer si en chacune on usoit des mêmes procédés, et si la salubrité y étoit la même.

Dans la fabrique de M. Carpentier, rue de la Bucherie, un compagnon étoit réputé vieux et presque hors d'état de travailler à quarante-cinq ans ; le plus âgé des

ouvriers à la foule en avoit quarante-deux; tous éprouvoient un tremblement universel, étoient sujets à des sueurs abondantes et à une expectoration de matière visqueuse; tous étoient maigres, foibles, et réduits à la nécessité de boire de l'eau-de-vie pour se soutenir et suffir au travail de la journée.

Un garçon âgé de cinquante-deux ans, dont la principale occupation étoit de faire dissoudre du mercure dans l'acide nitrique, de frotter les peaux du côté du poil avec des brosses trempées dans cette dissolution, ce que l'on appelle *secréter*, puis d'étendre ces peaux à l'étuve; ce garçon, dis-je, toussoit continuellement: du reste sa santé se soutenoit, et l'on regardoit comme un phénomène qu'il eût résisté aussi long-temps à cette occupation, la plus dangereuse que l'on puisse exercer dans la chapellerie. On attribuoit sa conservation à ce qu'il observoit une vie sobre et réglée, sur-tout à ce qu'il ne buvoit point d'eau-de-vie.

M. Carpentier, père, étoit mort depuis peu, âgé de cinquante-quatre ans : il y en avoit trente que l'usage de secréter s'étoit introduit dans sa fabrique et l'avoit fait prospérer; mais la toux, l'oppression, les maux de poitrine, le crachement de sang et de pus dont il finit par être affecté, lui devinrent funestes.

La liqueur employée à secréter est, comme on l'a déja dit, une dissolution de mercure dans l'acide nitrique, ce que l'on appelle *eau forte du chapelier*. Vers 1727, lorsque le nommé Dubois, compagnon chapelier, introduisit le secrétage à Paris, on dissolvoit trois livres de

mercure dans seize livres d'acide nitrique. En 1757, époque de mes recherches, on ne dissolvoit plus qu'une livre de mercure sur seize livres d'acide; ensuite à cette dernière dissolution, on a ajouté autant d'eau commune que d'eau forte. Notre confrère Baumé, de qui les chapeliers de province tiroient leur liqueur à secréter, la leur envoyoit à chacun selon le degré de force qu'ils lui indiquoient; aux uns dans la proportion d'une once de mercure par livre d'acide nitrique, aux autres d'une once et demie, et aux autres de deux onces par chaque livre d'acide. Maintenant beaucoup de chapeliers tirent leur liqueur à secréter du distillateur Lacoste. Je tiens de M. Petit-Jean, chapelier pont Saint-Michel, qu'à un tiers de cette eau forte il ajoutoit deux tiers d'eau commune, et que depuis peu il avoit été prévenu par ce même distillateur que, sur la demande de chapeliers de province, il tenoit sa liqueur à secréter plus forte; qu'en conséquence il l'invitoit à y joindre cinq parties d'eau. Ainsi, on ne sait point encore à quoi s'en tenir sur les proportions à observer dans cette dissolution, entre la quantité de mercure à dissoudre, et celle des liqueurs qui entrent dans cette combinaison, ou comme dissolvant, ou comme dulcifiant, pour suffire au secrétage et en même temps pour ménager la santé des ouvriers.

J'ai appris en Angleterre, lorsque j'y passai avec notre confrère Coulomb pour des recherches sur les hôpitaux, comment s'y étoit introduit le secrétage. Un chapelier de Londres trouve une peau de lapin au coin d'une porte,

quelques jours après en trouve une autre. Il en fait entrer les poils dans un chapeau, et remarque qu'il feutre avec célérité. Frappé de cette nouveauté, il va à la maison, s'informe de ce que l'on a fait à ces peaux; une femme-de-chambre lui dit que sa maîtresse a mal au sein, qu'on les y applique, et qu'un certain apothicaire qu'elle lui nomme les prépare; il apprit que le poil en avoit été frotté avec une dissolution de mercure dans l'eau forte : circonstance qui fit prévaloir pendant quelque temps la chapellerie anglaise.

Je reviens à ce qui regarde l'altération de la santé des chapeliers.

Dans la fabrique de M. Carpentier, rue Michel-le-Comte, le secréteur étoit sujet à des coliques; le cardeur toussoit, étoit asthmatique; la plupart des compagnons trembloient le matin, sur-tout des mains; ils ne vivoient guère au-delà de cinquante ans.

Chez M. Letellier, près de Saint-Martin-des-Champs, le plus âgé des compagnons avoit cinquante-quatre ans, se portoit bien, ainsi que le secréteur, la coupeuse et la cardeuse; seulement tous ces ouvriers étoient maigres. Surpris du bon état de leur santé, à cela près de leur maigreur, j'en marquai mon étonnement : j'appris de M. Letellier qu'il ajoutoit à sa dissolution de mercure un poids égal d'eau commune; qu'il n'employoit que des peaux d'animaux tués pendant les mois de décembre, janvier, février et mars; que pendant vingt ans il avoit employé le castor, le lièvre, le lapin, la vigogne sans les secréter; que seulement il faisoit bouillir pendant vingt-

quatre heures dans l'eau de puits le quart du poil qui devoit entrer dans chaque chapeau.

La manufacture de M. Petit-Jean, cloître Saint-Méry, n'offroit point non plus de compagnons qui tremblassent et qui toussassent; quelques-uns cependant y étoient morts de maladies de poitrine, mais c'étoient de ceux qui avoient travaillé dans d'autres fabriques. Du reste, les ouvriers de cette manufacture ne conservoient pas plus d'embonpoint, pas plus de forces dans les jambes, que ceux des autres manufactures; il s'en trouvoit pourtant qui atteignoient à leur soixante-sixième année.

J'ai trouvé soixante compagnons chez M. Chol, rue du Cimetière-Saint-Nicolas, tous maigres, l'un d'eux âgé de soixante-dix ans; plusieurs toussoient, trembloient, étoient affectés de rhumatismes; le secréteur, âgé de cinquante-cinq ans, étoit décharné et sujet à des tremblemens.

Enfin, dans la manufacture de M. Chatelain, rue Saint-Sauveur, où l'on n'employoit que des poils de premième qualité, et où j'ai vu jusqu'à quarante compagnons, sans compter plus de soixante employés ailleurs, il s'en trouvoit quelques-uns de soixante-dix ans, peu de trembleurs, de poitrinaires, quelques hydropiques, et de temps en temps des fouleurs avec des crevasses et des gerçures aux mains : là, comme dans les autres fabriques, on étoit affecté de maigreur, et l'on abusoit de l'eau-de-vie.

Il résulte de ces observations, que l'art du chapelier, tel qu'on l'exerce à Paris, augmente le nombre des

causes des maladies qui affligent l'espèce humaine. Les principales de ces causes procèdent des travaux à la foule, du secrétage, de la coupure des poils, et de l'arçonnage. Je ne passe point en revue ces pratiques de l'art dans l'ordre où l'on y a recours pour établir un chapeau; mais je les examine dans celui où il me sera plus facile d'en distinguer les effets particuliers sur la santé, et de montrer comment leurs effets, en agissant de concert, donnent lieu à des symptômes ou accidens plus fâcheux.

Le travail pénible à la foule, où l'on est posé sur ses jambes sans les mouvoir, les bras tendus et en action, la chaleur que l'on y endure, la vaporation qui s'en élève et qu'on y inspire; tout cela occasionne certains accidens, maigrit les jambes, les affoiblit, grossit les avant-bras, encore plus les bras, provoque une sueur abondante qui dessèche le corps, appauvrit les humeurs, sollicite la soif, excite à l'usage de l'eau-de-vie en boisson, dont l'abus accroît le desséchement, épaissit les fluides sanguins. Eh! qui peut dire les autres maux que produit cette boisson, à raison des ingrédiens qu'on y ajoute frauduleusement, à dessein de lui procurer plus de montant?

A la foule on est encore sujet, sur-tout ceux dont les mains sont potelées, à des empoules, des crevasses ou gerçures, parce qu'on les a continuellement soumises à l'action, je ne dis pas seulement de l'eau bouillante, mais à celle d'un bain où il entre de la lie de vin, laquelle

je présume augmenter la chaleur de ce bain. Ma présomption porte sur ce que les poils feutrent moins dans l'eau bouillante simple, que dans un bain d'eau chargé à l'ordinaire d'un douzième pesant de lie de vin fraîche; elle porte sur la nature des poils, lesquels sont une substance cornée susceptible de s'amollir à la chaleur de l'eau, et d'autant plus que cette chaleur est grande. La lie toutefois conserve la peau des mains; l'eau bouillante sans lie la détruiroit plus promptement, mais l'eau bouillante fait le chapeau plus fin, plus clair, plus lisse, plus délié; elle ne donne point, comme la lie, autant de corps ni de solidité au chapeau. On a aussi essayé le sel marin en place de lie; il fait feutrer, mais on s'en est désisté, parce qu'il a l'inconvénient d'enlever promptement la peau des mains.

Ce n'est pas sans raison que j'ai dit, en parlant de la chaleur du bain de nos chapeliers, que c'étoit la lie fraîche dont, en général, on usoit à Paris, qu'il faut distinguer de la lie sèche, c'est-à-dire de celle que l'on gratte, et que l'on tire en poussière des tonneaux; on est obligé d'avoir recours à celle-ci dans les contrées où l'on ne recueille point de vin, dans celles où on le transporte dans des outres, ainsi que dans les pays à vin, lorsqu'il y en a disète : or, cette lie sèche a des inconvéniens que n'a pas la lie fraîche; elle est moins favorable au feutrage, et, ce qui importe à notre objet, c'est que plus active elle détruit l'épiderme par place, et produit au bout des doigts de petites crevasses, ce

qu'en terme de chapellerie, on appelle *yeux de perdrix*, et auxquelles on est plus sujet en mars et en avril (1).

Il étoit naturel de penser que les sueurs abondantes des compagnons qui travaillent à la foule pouvoient influer tant sur la quantité que sur la qualité de leurs humeurs. Cette réflexion me suggéra quelques questions, et les réponses furent :

Que les urines de ces ouvriers étoient rares, foncées, troubles ;

Les mucosités du nez peu abondantes, épaisses ;

L'expectoration copieuse, facile, visqueuse ;

Le ventre habituellement libre ;

Qu'ils faisoient beaucoup d'enfans, en élévoient peu, dont la plupart périssoient vers la quatrième année.

Les accidens qui paroissent dépendre du secrétage, sont, le tremblement des dents, des bras, souvent de tout le corps, des coliques, certaines affections de la poi-

---

(1) En France, la lie fraîche est de deux espèces : l'une se tire en pain de chez les vinaigriers ; l'autre de chez les marchands de vin. Celle-ci n'est point en pain ; elle est en général plus fluide que la précédente, et moins estimée. On en distingue de trois sortes : la blanche, que l'on prise moins ; la rouge, provenant de vin collé au blanc d'œuf, qui se lie mal à l'eau de la foule et se précipite, et la rouge que l'on tire d'Argenteuil, d'Auxerre, de Beaune, etc., des tonneaux dont le vin a été soustiré et non clarifié.

Dans les pays, comme en Angleterre, où l'on est privé de toutes sortes de lies de vin, on leur substitue à la foule l'acide vitriolique, qui ne les remplace pas entièrement. Cet acide donne moins de corps au chapeau. On y a recours dans nos manufactures de chapellerie, mais c'est lorsqu'il s'agit de fouler des chapeaux mollets et de couleur à l'usage des femmes.

trine, comme oppression, crachemens de sang, de pus, etc.

Les risques que court l'arçonneur, il les partage avec le batteur de peaux, le coupeur, le cardeur. Il faut considérer ces quatre sortes d'ouvriers comme s'exerçant sur des poils ou non secrétés ou secrétés; dans le premier cas il s'élève des matières qu'ils exploitent, ou des poussières, ou des poils simples qui provoquent la toux; dans le second, ces mêmes substances, chargées de la liqueur du secrétage, deviennent d'autant plus contraires au poumon qu'il est entré plus de mercure dans la composition de la liqueur à secréter.

On pouvoit craindre que les poils que ces ouvriers avalent ne se pélotonassent quelque part, et ne tournassent en œgagropiles; on n'a pu m'éclairer sur ce point, parce que la plupart des ouvriers chapeliers vont terminer leur pénible vie dans les hôpitaux; ce seroit de ces maisons que l'on pourroit attendre des éclaircissemens relatifs à cet objet : il mérite bien que l'on y fasse attention.

Quant à ce qui regarde l'arçonneur, il donne lieu à quelques remarques particulières. Il est d'usage que chaque compagnon arçonne le matin de quoi faire deux chapeaux qu'il foule le soir. Si les poils arçonnés ont été secrétés, après en avoir inspiré les émanations de nitre mercurielles à l'arçonnage, il continue de s'en pénétrer à la foule, soit en vapeurs qu'il respire, soit par la peau et les crevasses des mains : or, dans quelles circonstances le mercure ainsi introduit le surprend-t-il?

C'est lorsque cet ouvrier est tombé dans le dépérissement et la maigreur; ce qui ne sauroit manquer d'accroître l'intensité des accidens occasionnés par les travaux de la foule.

Ainsi, l'état de chapelier expose la santé et la vie de celui qui l'exerce ; davantage en certaines fabriques que dans d'autres, d'autant plus que l'on abuse de l'usage de l'eau-de-vie en boisson, et que l'on emploie une liqueur à secréter plus chargée de mercure.

Il est sans doute de ces accidens dont on vient de parler, qui sont attachés indistinctement à toutes les fabriques; ceux, par exemple, provenans de la foule et de l'arçonnage : ils avoient lieu avant l'introduction du secrétage dans les fabriques de chapelerie, comme ils ont encore lieu aujourd'hui par-tout où l'on ne fait que des chapeaux de laine suffisamment longue qui n'a pas besoin d'être secrétée.

Quant à l'abus que la plupart de ces ouvriers font de l'eau-de-vie en boisson, l'exemple de ceux qui usant de vin supportent aussi-bien le travail, vivent plus long-temps, ne demande qu'à être plus universellement adopté.

Mais ce qui devoit sur-tout s'attirer notre attention, c'est l'emploi de la liqueur à secréter, parce qu'elle altère sensiblement la santé, et qu'elle abrège les jours; c'est l'incertitude où l'on est sur le degré de sa composition, les uns la faisant plus chargée de mercure, les autres dulcifiant avec plus ou moins d'eau commune l'activité de l'acide nitrique. Nous avons vu que de là

dépendoit plus ou moins de tremblemens, de coliques, de phthisies, etc. etc. Puissent ces remarques appeler plus que jamais l'attention des chefs de fabrique, leur inspirer l'urgente nécessité de perfectionner le secrétage en le réduisant au degré de force suffisant; et, ce qui vaudroit beaucoup mieux, de lui substituer un procédé également utile à l'art sans qu'il soit aussi préjudiciable aux artisans! Les compagnies savantes cherchent souvent le sujet d'un prix : en est-il un plus digne de leur attention, plus digne des talens des hommes instruits qui veillent aux progrès des arts, et qui s'intéressent à la conservation de ceux qui les cultivent?

Un court exposé des substances que l'on emploie à présent dans la chapelerie de Paris, fera mieux connoître, que tout ce que je pourrois dire, la nécessité de recourir à un moyen de secréter moins insalubre que celui maintenant en usage.

Depuis 1763, que la France a perdu le Canada, ses chapeleries sont devenues plus meurtrières que jamais. Privées de castor, elles ont eu recours à des poils d'autres animaux; mais ces poils feutrent moins bien que ceux du castor, ou ne feutrant aucunement, il a fallu les secréter, ou bien les mêler avec des poils feutrant qui fussent en même temps secrétés, pour faire rentrer à la foule tant les uns que les autres. Les travaux de ces manufactures ne sont donc pas seulement subordonnés à la nature ou à l'essence du métier de chapelier; ils le sont encore à l'esprit envahisseur des gouvernemens. En effet, les poils et les laines que l'on emploie aujour-

d'hui, les préparations, les mélanges auxquels, faute de castor, on est obligé d'avoir recours pour faire feutrer ces mélanges, nécessitent un secrétage qui chaque jour devient plus fort, dès-lors plus dangereux. Ainsi, on ne sauroit le dissimuler, quoique ce soit une vérité pénible à dire, qu'en traitant de la paix avec le gouvernement anglais après nous avoir enlevé le castor, il ne continue pas moins de tuer nos ouvriers dans nos manufactures de chapeleries; de sorte qu'en état de paix comme d'hostilités, ce gouvernement reste toujours en guerre avec nous. Revenons aux dangers auxquels sont exposés nos chapeliers depuis que nous sommes privés de castor.

Les chapeaux que l'on fabriquoit autrefois étoient en général de première, seconde et troisième qualité. Ceux de première qualité étoient de pur castor. La France en fournissoit l'Espagne et l'Amérique méridionale. C'est une branche de commerce perdue. Parmi les poils ou les laines et les autres productions animales que l'on fait entrer aujourd'hui dans la composition des chapeaux, les uns n'ont pas besoin d'être secrétés pour marcher à la foule, les autres en ont un besoin indispensable : deux dispositions opposées l'une à l'autre ; elles renferment des exceptions dignes d'attention dans la pratique de l'art.

Nous dirons d'abord, et en général, quels sont les laines et les poils qui n'ont pas besoin d'être secrétés, nous indiquerons ensuite ceux qui ne pourroient feutrer s'ils n'étoient secrétés.

Les laines et les poils en qui réside la faculté de feutrer sans qu'il soit nécessaire de recourir au secrétage, sont :

Les laines de nos troupeaux de moutons;

La carménie de Perse;

La laine *dite* de vigogne, qui nous vient du Pérou par la voie de l'Espagne;

Les poils de chameau, de castor, de loutre de France, de petite loutre d'Amérique, les poils de lièvre, ceux du lapin de garenne, tous objets que nous avons rangés dans l'ordre qui nous a été donné par différens chefs de manufactures pour être à peu près celui de leur plus grande aptitude au feutrage.

Quant aux poils, ou aux autres substances animales qui ne feutrent point par eux-mêmes; ce sont ceux de chevreau, d'agneau, de veau, d'ânon, de chien barbet, en général les poils très-courts, en particulier ceux de la taupe, dont on fait de superbes chapeaux, de marmotes au défaut de lapin; la soie parfilée secrétée à blancheur, comme faisoit le chapelier Prévost, qui en a introduit l'usage. On a aussi employé le ploc, ou duvet de l'autruche, mais il n'est point assez abondant pour fournir aux besoins de la chapelerie.

A l'égard des exceptions que présentent plusieurs de ces substances, les principales sont que les laines et poils des jeunes animaux ne feutrent pas aussi-bien que ceux des vieux;

Ceux des animaux tués pendant l'été, que ceux tués pendant l'hiver;

Le poil sec du castor, que le gras ;

Le poil des flancs, de dessous le ventre, du col du castor, du lièvre et du lapin, aussi bien que celui du milieu de la crête du dos de ces animaux ;

Celui du lapin clapier, que celui du lapin de garenne ;

Le petit bout d'un poil quelconque, que le gros bout dont on a retranché l'oignon.

Tous ces poils de nature feutrante, mais qui feutrent bien moins que d'autres, parce qu'en général ils sont ce que l'on appelle *veules* ou *souples*, et souvent trop courts, ont besoin d'être secrétés, soit qu'on les emploie seuls, soit qu'on les mêle entre eux, ou avec des poils, ou autres substances animales qui ne feutrent point d'elles-mêmes. Voilà ce qui accroît l'usage et le danger de l'eau forte du chapelier.

Depuis peu on a reçu en France, par des vaisseaux espagnols, des peaux d'un lapin de très-petite espèce à poils fins et longs, et des peaux d'un animal amphibie connu sous le nom de *loup-marin*. Les uns et les autres nous sont apportés des îles de la rivière de la Plata, près de Buenos-Ayres. Je tiens ces renseignemens de M. de Lasserna, consul pour le commerce d'Espagne à Paris. On n'a pu me dire dans nos manufactures si ces poils ont besoin d'être secrétés.

On voit par ces détails jusqu'à quel point s'étend l'usage de la liqueur à secréter, puisqu'il est peu de chapeaux aujourd'hui pour lesquels on n'y ait recours. Et, attendu que les substances feutrantes deviennent chaque jour plus rares, il n'est point de tentatives que

l'on ne fasse pour les remplacer, et en même temps pour faire marcher tous ces moyens de remplacement par le secrétage. Ce seroit donc encore une fois rendre un grand service que d'en procurer un qui fût moins dangereux. En attendant ce secours si fort à désirer, n'y auroit-il pas des précautions à prendre pour affoiblir, dans cette classe d'ouvriers, les dangereux effets du mercure?

Entre les faits que la pratique de l'art de guérir m'a fournis, où l'emploi de ce minéral causoit des ravages, je choisis le suivant pour montrer que le mercure, pris même à fort petites doses, a produit quelquefois des accidens redoutables, et que pourtant on peut, en certaines circonstances, tempérer et même surmonter. J'en rapporte une preuve; elle ne sera pas déplacée, si elle peut suggérer d'en faire des applications qui tournent à l'avantage des chapeliers.

Un riche colon de Saint-Domingue, grand et fort, âgé d'environ quarante ans, avoit pris des mains d'un chirurgien seulement deux pilules où il entroit du mercure, l'une un jour, l'autre le jour suivant. Bientôt elles occasionnèrent une abondante salivation, des ulcères dans l'intérieur des joues; et comme les accidens devenoient inquiétans, on appela un médecin justement célèbre, et fort versé dans le traitement des maladies vénériennes. Il étoit d'usage de purger pour faire cesser la salivation : le malade fut donc purgé; mais la salivation, au lieu de diminuer, s'accrut, devint chaque jour plus abondante; le malade s'affoiblissoit. Un chirurgien d'une réputation méritée fut appelé, il purgea. La sa-

livation augmenta ; les forces diminuèrent encore ; les ulcères des joues se creusèrent, gagnèrent le voile du palais, l'arrière-bouche. La voix étoit éteinte, la maigreur grande, la poitrine souffrante, la tête enflée. Instruit, lorsque l'on réquit mes soins, de ce qui venoit de se passer, j'en profitai ; je tournai mes vues vers les incrassans pour émousser. J'eus recours à la gomme arabique, je la donnai à grandes doses dans un véhicule aqueux. J'en soutins l'usage. Ce moyen calma la salivation, peu à peu la fit cesser, permit de remédier aux autres accidens et de reprendre le traitement.

On est en général peu instruit sur ce qui regarde le vice des humeurs, sur leurs degrés d'altération, ainsi que sur les moyens d'en surmonter les effets. Dans le cas particulier des désordres causés par le mercure, on croyoit assez généralement les purgatifs un moyen propre à les faire cesser, et nous voyons qu'ils aggravent quelquefois, tandis que les mucilagineux les tempèrent : ce qui montre qu'il faut, dans le traitement d'une maladie que l'on estime à ses caractères ou à ses symptômes être la même, savoir recourir à des expédiens divers. C'est pourquoi on ne sauroit trop multiplier les observations tendantes à faire connoître les bons effets de ces moyens particuliers. En même temps qu'elles accroissent le nombre de nos ressources, elles indiquent dans le caractère du mal des degrés, ou, si on aime mieux, des modifications qui échappent à nos sens, et que pourtant il importe de saisir. Et c'est aussi la raison pour laquelle je joindrai à ce qui précède une observation

intéressante que j'emprunte de l'illustre de Jussieu (1); elle tend, comme la précédente, à ménager des secours aux chapeliers.

« Jussieu, en examinant les mines de mercure d'Almaden en Espagne, y trouva des forçats sujets aux enflures des parotides, aux aphthes, à une salivation, et à des pustules; accidens qui, dit-il, leur sont communs avec ceux qui sont dans les remèdes mercuriels. A quoi il ajoute que la pratique des médecins d'Almaden, pour arrêter ces symptômes, est bien différente de celle en usage par-tout ailleurs, et qui consiste à employer les purgatifs et les saignées : ils se contentent de faire exposer les malades au grand air, et de leur donner quelques absorbans, tels que la corne de cerf brûlée, l'ivoire, les yeux d'écrevisse; traitement qui réussit presque toujours. »

Je me persuade que dans plusieurs occasions il seroit avantageux aux chapeliers occupés du secrétage et à ceux qui emploient à l'arçonnage et à la foule des poils secrétés, ou de la soie secrétée à blanc, ainsi qu'à la coupeuse, qu'il leur seroit avantageux, dis-je, d'user de substances invisquantes, comme dans notre observation, ou des terres absorbantes, comme il se pratique dans les mines d'Almaden. C'est, au surplus, à l'expérience qu'il faut s'en remettre pour juger de l'efficacité de ces moyens. Puissent-ils répondre aux besoins des chapeliers, ainsi qu'à nos vœux!

---

(1) *Mém. de l'Acad.* 1719, p. 357, et *Collect. acad.* t. IV, p. 406.

CONSIDÉRATIONS

Sur la matrice d'une femme au huitième mois de gestation,

Par M. Tenon.

Lu le 16 floréal an 8.

Principal chirurgien à l'hôpital de la Salpêtrière en 1751, l'occasion se présenta d'y faire l'opération césarienne à une femme enceinte de huit mois : elle venoit de perdre la vie; je tirai un enfant mâle encore vivant, de 38 centimètres de hauteur.

Il est si rare d'avoir des faits suffisamment circonstanciés en ce genre, que je crus devoir faire dessiner la matrice de cette femme, d'abord en place, entourée des autres viscères, pour en avoir les rapports avec les parties environnantes, ensuite hors de place, afin de m'assurer des changemens survenus dans ses principales régions.

Description de cette matrice vue en place. (Pl. I, fig. 1.)

J'ai fait une coupe des os pubis (A B), ensuite j'ai enlevé la vessie, puis j'ai fendu le vagin pardevant,

selon sa longueur (D E) pour découvrir l'orifice de la matrice (E) et son col (F). Je les ai laissés exprès dans leur entier, et afin de mieux juger de leurs rapports de situation. J'ai conservé dans cette coupe le ligament du bassin qui passe d'un côté à l'autre sous l'arcade des os pubis (G G); c'étoit un terme de comparaison que je ménageois pour mieux juger de la distance de ces ligamens avec certaines parties dont on parlera. Quant à la matrice, elle avoit été ouverte depuis son col (F) exclusivement jusqu'à son fonds (G). Elle renferme un placenta en raquette (H), le cordon ombilical (I), le chorion (L) et l'amnios (M).

On voit aussi dans cette planche le ligament rond ou vasculaire (N); quoique représenté à gauche, c'est le droit, attendu le renversement qui s'est fait des objets du dessin dans la gravure; le gauche est recouvert de quelques parties molles; l'un et l'autre étoient rouges, enflammés, tuméfiés, tendus et non pas ronds, mais applatis comme un ruban jusqu'aux anneaux.

Le ligament transversal des os pubis (C C), que nous avons conservé comme un terme fixe auquel nous rapportons certains objets pour en connoître la distance, répond à environ le milieu de la longueur du vagin; ce qui peut faire juger de la hauteur où se trouve à cette époque de huit mois de grossesse, et dans les circonstances dont il est ici question, l'orifice de la matrice. Les plis du vagin subsistent dans toute sa longueur. Cette gaîne aboutit par son extrémité supérieure à 7 ou à 8 millimètres au-dessus des bords qui terminent le museau

de la matrice. Le museau (E) est prononcé dans le vagin ; il est souple, renflé, d'un rouge brun, ça et là caverneux, et présente une ouverture assez ample pour admettre le petit doigt ; enfin, il est situé 27 millimètres au-dessus du ligament transversal des os pubis.

On devoit s'attendre, d'après les notions reçues sur l'état de la matrice à cette époque de la grossesse, à trouver le col de cet organe raccourci ; cependant il avoit 42 millimètres de long, tandis que dans la femme qui n'est point enceinte, sa longueur ordinaire est de 27 : ainsi, il s'étoit accru de 15 millimètres en longueur, au lieu de s'être raccourci comme on est persuadé qu'il le doit être à cette époque de huit mois de gestation.

Quant au placenta, il occupe seulement la cavité du fonds et celle du corps de la matrice ; il est appliqué à leurs faces postérieures. Cette matrice, dans l'état où on la voit, étant en place, a, depuis son fonds jusqu'à son museau, 191 millimètres, et hors de place, en ayant dégagé le placenta, 270, ou 79 millimètres de plus qu'en place ; ce qui feroit soupçonner que le décolement et la soustraction du placenta auroient occasionné cet accroissement de longueur, et que par son adhérence à la matrice, il lui donne du corps et augmente son action.

Une autre remarque essentielle est que dans ces deux états, je veux dire la matrice étant en place et hors de place, la longueur de son col n'a pas varié ; elle s'est trouvée constamment de 42 millimètres.

Après avoir donné quelque attention à la matrice

considérée en elle-même, et à quelques-unes de ses dépendances durant qu'elle est renfermée dans le ventre, voyons quels sont, quant à sa position, ses rapports avec les parties environnantes, toujours à l'époque de huit mois de grossesse.

Par son exhaussement et par son développement, elle étoit parvenue à déplacer le système intestinal, à dépasser les menus intestins, à les couvrir, les ramasser dans la région lombaire, à presser le cœcum (O) d'un côté, le rectum du côté opposé (P), à soulever l'arc du colon (Q), ainsi que l'estomac et le diaphragme : dispositions essentielles à ne pas perdre de vue pour l'époque dont il s'agit ici.

Guillaume Hunter les a bien représentées dans son grand ouvrage pour la femme enceinte de neuf mois; mais, lorsqu'il s'agit de recherches de la nature de celles-ci, il convient de connoître, et les rapports de chaque partie, ainsi que de chaque région de la matrice entre elles, et ceux de la matrice elle-même, avec les différentes parties du bas-ventre contre lesquelles elle se trouve placée aux différentes époques de la grossesse.

Cette matrice, considérée hors de place (*pl. II*), et représentée avec quelques-unes de ses parties accessoires, donne lieu à d'autres remarques. Il en est qui regardent son col (A), elles ne s'accordent point avec ce que l'on sait pour l'époque de la grossesse dont nous rendons compte. Ici ce col a été ouvert dans toute sa longueur, afin de mieux s'assurer de ses dispositions intérieures;

il a, comme nous l'avons dit, la même étendue de 42 millimètres en longueur, que dans la planche précédente, où il n'est point ouvert : sa cavité n'est plus olivaire comme avant la grossesse, mais cylindrique d'un bout à l'autre, et d'une capacité à pouvoir y introduire le petit doigt; les plis, qui d'ordinaire dans la femme qui n'est pas enceinte la traversent, la ligne saillante qui a coutume de les séparer sur le milieu de la longueur de ses deux faces, n'existent plus; enfin, on y aperçoit intérieurement une multitude de petites cavités ou lacunes remplies, ainsi que tout ce canal cylindrique, d'une substance gélatineuse de couleur blonde un peu foncée. Je m'attendois à trouver l'extrémité supérieure du col, joignant le corps de la matrice, plus souple, comme devant se disposer la première à s'y joindre pour en accroître la capacité : c'étoit le contraire; elle étoit plus ferme que l'inférieure, ou que le bourrelet du museau de tanche, lequel se trouva non-seulement plus ramolli, mais encore plus renflé et spongieux. J'ajouterai que les parois du col avoient acquis de l'épaisseur. Sans doute tous ces changemens survenus dans cette région de la matrice sont autant de moyens qui la disposent à se confondre, sur la fin de la grossesse, avec la cavité du corps de ce viscère, et il convenoit d'appeler l'attention des observateurs sur un pareil fait. On ne sauroit voir, à cette époque de huit mois de grossesse, ce qui se passe dans le col de la matrice et dans les régions supérieures de cet organe, sans être frappé des différences qu'on y aperçoit.

Que le corps et le fonds de la matrice soient distendus progressivement durant que l'enfant et ses enveloppes les occupent et y croissent, cela n'a rien de surprenant : mais comment se fait-il, tandis que l'enfant et ses dépendances occupent seulement les cavités du corps et du fonds de la matrice, que la cavité du col change, se déforme, s'allonge, s'ouvre, que ses parois épaississent, etc? C'est ce dont les connoissances que l'on possède sur la structure de la matrice ne peuvent encore rendre raison : sa structure mieux approfondie découvre une organisation particulière sur laquelle nous nous expliquerons, lorsque nous rendrons compte de nos autres recherches anatomiques sur la matrice de la femme nouvellement accouchée.

S'agit-il de l'épaisseur des parois de ce viscère dans le cas présent; elle étoit de 5 millimètres à la jonction du col avec le corps (c'est l'endroit le plus mince), de 7 vers le milieu des cavités du col et du fonds, et de 11 millimètres vers le milieu du corps.

Si ensuite on porte son attention sur les ligamens larges, on trouvera qu'ils s'étendent de chaque côté depuis seulement le bas du fonds (B), le long de la région du corps (B C), et de celle du corps de la matrice (C D), jusque vers la partie moyenne du vagin (E).

Quant au ligament rond, il est transporté de chaque côté par l'effet de la grossesse sur la face antérieure de la matrice, à la distance de 27 millimètres de l'insertion de la trompe de Fallope (G H) : là, il se présente de champ et se développe en patte d'oie sur le corps de ce viscère,

auquel se rapporte l'une de ses principales fonctions durant la grossesse, qui est de détourner le trop plein du sang de cette région moyenne de la matrice sur les veines vaginales inférieures, en le faisant passer par les anneaux pratiqués dans les plis des aines aux muscles du bas-ventre; objet qui laisse des éclaircissemens à désirer, sur lesquels on reviendra dans un autre mémoire.

L'étendue en hauteur de chaque région de cette matrice, mesurée en devant sur le milieu de leur longueur, est pour le fonds (IL) 123 millimètres, pour le corps (LN) 105, et pour le col (NM) 42, en tout 270 millimètres; au lieu que dans la femme qui n'est pas enceinte, la longueur totale de ces trois régions est de 70 millimètres : de sorte que cette matrice de la femme enceinte de huit mois, dans l'état où nous la considérons, excède de 200 millimètres la longueur ordinaire de la matrice de la femme qui n'est pas enceinte.

Cette observation conduit encore à d'autres résultats; savoir que dans la grossesse, à l'époque de huit mois, les gros intestins pressés latéralement longent les côtés de la matrice, que les grêles sont soulevés, portés en arrière et recouverts en devant par cet organe, dont le fonds pressé soulève aussi l'arc du colon, le foie, l'estomac; de sorte que devenu plus volumineux au neuvième mois de gestation, l'on peut croire qu'il devoit déplacer davantage ces différentes parties, et, par leur moyen, le diaphragme; ce qui ne peut manquer de restreindre la capacité de la poitrine, et, à chaque inspiration, le volume de l'air vital. On est éloigné de

savoir à quel point cette soustraction de l'air vital dans la femme enceinte influe sur la qualité de ses humeurs ; on sait seulement que son sang est en général plus aqueux que lorsqu'elle n'est pas enceinte.

Ce déplacement de ces différentes parties du ventre se renouvelle dans le même ordre et d'une manière constante à chaque grossesse : on ne sauroit donc se dispenser de le regarder comme une disposition nécessaire et l'effet de causes naturelles. Mais quelles sont les causes qui l'occasionnent ? Je ne sache point que l'on se soit occupé de cette recherche, et que l'on se soit expliqué à leur sujet. J'en remarque cinq, lesquelles concourent simultanément au même but.

L'une comprend les courtes attaches des gros intestins, qui ne leur permet de se prêter qu'à un déplacement latéral de peu d'étendue.

L'autre est la longue suspension des intestins grêles qui, en leur laissant la liberté de flotter, en facilite le refoulement.

La troisième est la saillie que font dans le bassin à son entrée la dernière vertèbre des lombes et la première pièce de l'os sacrum, laquelle saillie, lorsque la matrice prend du volume, se prolonge dans le ventre, en déverse le fonds vers les os pubis, qui, prolongés en devant, échancrés en arrière, se prêtent à ce déversement.

La quatrième procède des deux ligamens ronds qui, comme autant de haubans placés en devant près des côtés de la matrice à la hauteur seulement de son corps, mais sans être contre-balancés en arrière par des puis-

sances égales, à l'époque où ce viscère s'élève hors du bassin, en dégagent le fonds de dessous les menus intestins, l'attirent en devant contre les parois du ventre, et l'y appliquent d'autant plus que cet organe acquiert ensuite une plus longue étendue durant le progrès de la grossesse.

La cinquième et dernière de ces causes dépend de la pesanteur que la grossesse occasionne dans le ventre. La femme alors, pour éviter de tomber en devant, est forcée de porter sa tête et le haut de sa poitrine en arrière, ce qui redresse et tend les muscles droits du bas-ventre : ceux-ci, ainsi tendus et redressés, compriment la face antérieure de la matrice, laquelle, venant à croître et à se prolonger dans cette situation, ne sauroit manquer de soulever, de renverser les menus intestins, et de les couvrir pardevant; enfin de presser les différentes parties opposées supérieurement à son fonds. Pourquoi toutes ces précautions tendantes à placer la matrice en avant des intestins? C'est qu'il falloit la mettre à portée de l'action des muscles du bas-ventre pour faciliter dans cet organe, durant la grossesse, le retour du sang veineux, et sur la fin de la gestation, l'expulsion de l'enfant.

L'observation dont nous rendons compte fournit enfin un moyen de rectifier le sentiment d'accoucheurs célèbres sur l'état du col de la matrice à six et à sept mois de grossesse.

Mauriceau croyoit qu'à partir du sixième mois environ, la cavité du col de la matrice commençoit à se

raccourcir et à se confondre dans celle du corps de ce viscère. Cette opinion a été embrassée par Smélie et par Rœdrer. Guillaume Hunter reculoit ce raccourcissement jusqu'au septième mois. Une observation d'Haller et une de Weitbreth, paroissent appuyer cette dernière façon de penser, puisque dans celle d'Haller, pour six mois de gestation, le col de la matrice subsistoit; seulement il étoit assez dilaté pour pouvoir admettre le petit doigt; et dans celle de Weitbreth se rapportant à l'époque de sept mois, les feuillets du col n'étoient point effacés, comme il y a lieu de croire qu'ils l'eussent été si sa cavité se fût jointe en partie à celle du corps de cet organe. Quant à Levret, il croyoit que le col de la matrice commence à s'évaser du huitième au neuvième mois.

Si nous comparons l'état du col de la matrice de notre observation à celui des observations des auteurs dont nous venons de parler, on verra que même à l'époque de huit mois de grossesse, dans notre observation, il n'étoit point raccourci ni évasé, qu'il n'étoit aucunement confondu avec la cavité du corps de ce viscère, que même il étoit alongé; en conclurai-je que les observations de ceux qui nous ont précédé sont inexactes? Non assurément, mais qu'ils ont voulu établir des déterminations absolues ou des règles générales en un sujet qui en est peu susceptible; que l'époque où la réunion de la cavité du col de la matrice à celle de son corps commence à se faire, ne sauroit se rapporter dans tous les individus à un terme fixe et unique; que

quand même la diversité de leurs observations ne persuaderoit pas entiérement de ce que j'avance, il suffiroit, pour achever de se convaincre, d'avoir égard aux différences que peut apporter dans une pareille détermination, pour l'empêcher d'être constante, le volume plus ou moins grand de la matrice, de l'enfant, du délivre et des eaux qu'il renferme; la disproportion qui dans le même individu se rencontre quelquefois entre l'étendue ordinaire du fonds et du corps de la matrice avec celle de son col, disproportion telle que tantôt le fonds et le corps ont plus d'amplitude qu'ils ne devroient en avoir relativement à celle du col; d'autres fois, au contraire, c'est le col qui est le plus long et les deux autres régions supérieures qui sont plus courtes qu'à l'ordinaire : remarques qui conduisent à cette autre conséquence; que des signes tirés de données sujettes à tant de variétés pour déterminer le terme de la grossesse, ne sont pas aussi sûrs qu'on pourroit le croire, et que l'on auroit besoin qu'ils le fussent.

Je terminerai ce mémoire par un fait d'un autre genre qui nous occupera peu de temps.

On avoit avancé autrefois que les artères ombilicales contenoient des valvules; depuis on a cessé d'y faire attention. Ici il s'en est rencontré quatre dans une des artères ombilicales et deux dans l'autre; elles étoient circulaires (*pl. I*, *fig.* 11); je ne les ai point trouvées dans d'autres sujets. Je les crois destinées, lorsqu'elles existent, à modérer le cours du sang artériel.

Nous avons fait remarquer, dans cette observation,

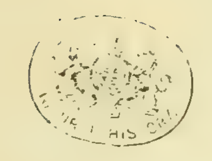
la distance qui subsiste entre le museau de la matrice et le ligament transversal des os pubis à huit mois de grossesse, ainsi que l'état particulier où se trouve alors ce museau.

Les changemens survenus dans la forme et dans la position des ligamens ronds, lesquels, du côté de la matrice, se développent en patte d'oie, disposés de champ sur le corps de ce viscère.

Les dimensions en longueur du fonds; nous les avons trouvées plus longues que celles du corps, celles-ci que celles du col, et toutes ensemble plus longues de 200 millimètres que celles de la matrice de la femme qui n'est pas enceinte.

Nous avons vu de plus quel est l'emplacement que la matrice, en se développant, occupe dans le ventre à l'époque de huit mois de gestation, le refoulement qu'elle y occasionne des diverses parties plus ou moins flottantes, et nous avons essayé de faire connoître les causes de leur déplacement.

Nous avons fait voir de plus, contre le sentiment de plusieurs auteurs célèbres, que le col de la matrice ne commence pas toujours à se raccourcir au sixième ou au septième mois, et qu'il est dans le col de ce viscère des dispositions préparatoires à son raccourcissement qui sont inconnues, comme il est prouvé par notre observation où l'extrémité supérieure du col de ce viscère s'est trouvée plus ferme, moins gonflée que son museau; et nous avons conclu que la différence des observations des auteurs soit entr'elles, soit avec la nôtre, ne permet pas


HIS

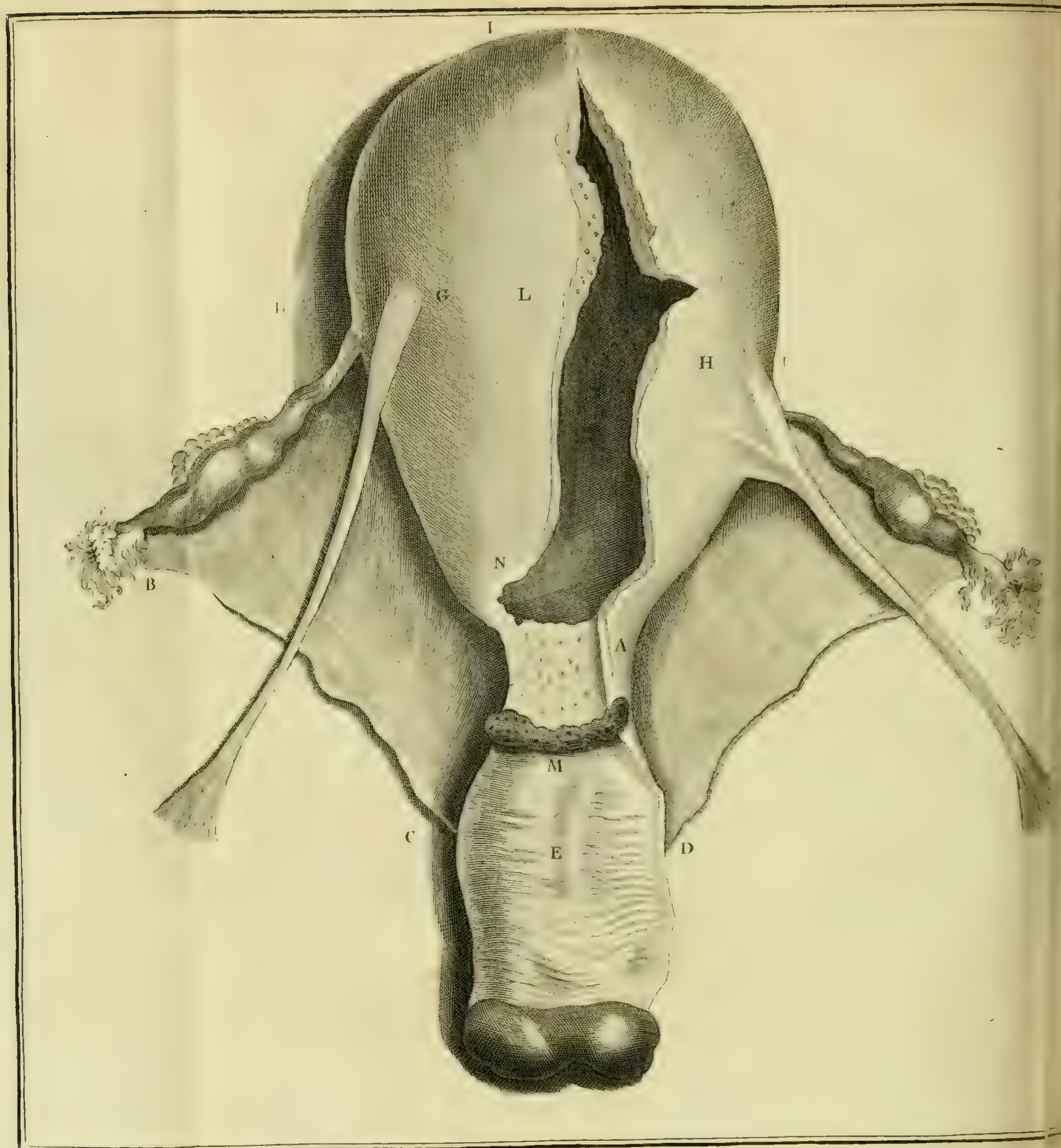

I
G
L
H
B
N
A
M
C
E
D




Fig 1.
Q
C
H
L
M
I
O
P
N
F
A
B
E
C
G
Fig. 2.

de rapporter l'époque où le col de la matrice commence à se raccourcir à une seule et même époque, ni de prendre une trop grande confiance dans les signes déduits de l'état où il se trouve, pour juger du terme de la grossesse.

ANALYSE DES TRIANGLES

TRACÉS

SUR LA SURFACE D'UN SPHÉROÏDE,

Par A. M. Legendre.

Lu le 3 mars 1806.

Pour peu qu'on examine la nature des triangles tracés dans les opérations géodésiques, on reconnoît bientôt que leurs côtés sont des lignes à double corbure : car, soit qu'on détermine la distance entre deux points donnés par une corde tendue ou par des piquets qui s'effacent mutuellement, soit qu'on la considère simplement comme la route d'un rayon de lumière qui va d'un point à l'autre ; cette distance est toujours la plus courte de toutes les lignes tracées sur la surface du sphéroïde entre ses deux extrémités, et cette ligne n'est à simple courbure que dans le seul cas où elle se confond avec le méridien. Pour établir donc une théorie exacte des triangles sphéroïdiques, il faut la déduire des propriétés générales de la ligne la plus courte menée entre deux points quelconques sur la surface du sphéroïde.

Dans les *Mémoires de l'Acad. des sciences*, année 1787, pag. 366—369, j'ai donné des formules assez

simples pour déterminer, dans une étendue quelconque, la ligne la plus courte qui part d'un point donné et fait avec le méridien un angle donné. De ces formules on peut aisément déduire une théorie exacte des triangles sphéroïdiques, mais j'ai cru qu'il ne seroit pas inutile de traiter de nouveau cette matière, d'autant que je n'avois pas donné la démonstration de mes formules dans le mémoire cité, et qu'elles peuvent encore être simplifiées à quelques égards.

Une autre considération m'a engagé à revenir sur cet objet. Le calcul des triangles de la méridienne de Dunkerque à Barcelonne, a été fait dans la supposition que la chaîne entière fût projetée sur une surface sphérique; on a employé pour le calcul de chaque triangle, soit le théorème que j'ai donné pour les triangles sphériques très-petits, soit des méthodes équivalentes. Ne pouvoit-on pas craindre que la différence du sphéroïde à la sphère, ne produisît quelqu'erreur appréciable sur une suite de triangles prolongée dans une étendue de près de dix degrés? C'est du moins le scrupule qui m'étoit resté après toutes ces opérations, et il paroissoit d'autant mieux fondé qu'on ne peut assimiler entièrement les triangles sphéroïdiques aux triangles sphériques. En effet, un triangle sphéroïdique ne peut tourner autour d'un de ses sommets sans cesser de s'appliquer exactement à la surface du sphéroïde; encore moins paroît-il possible de transporter un de ces triangles d'un lieu à un autre qui n'auroit pas la même latitude.

Pour résoudre ces difficultés, il étoit donc nécessaire

de soumettre à une analyse rigoureuse les triangles sphéroïdiques : voici pour cet effet la marche que j'ai suivie.

Deux côtés étant connus avec l'angle qu'ils comprennent, si on connoît en outre la latitude du sommet de l'angle et l'azimut d'un de ses côtés, il est clair que le troisième côté est nécessairement déterminé par ces cinq données particulières au triangle et par les deux constantes du sphéroïde, son demi-axe et son aplatissement. J'ai donc recherché la valeur de ce troisième côté, et j'ai développé son carré jusqu'aux quantités du quatrième ordre inclusivement, en regardant comme très-petits du premier ordre l'aplatissement et le rapport de chacun des côtés donnés au demi-axe du sphéroïde. J'ai considéré ensuite que, quelle que fût la loi suivant laquelle le troisième côté se déduit des données dont il s'agit, on pouvoit supposer que l'angle opposé A est diminué d'une quantité z, telle que le troisième côté fût égal à celui du triangle rectiligne formé par les deux côtés donnés et l'angle compris $A - z$.

Par cette supposition on obtient, pour déterminer z, une équation fort composée, mais susceptible de beaucoup de réductions. Et d'abord il étoit manifeste que les termes indépendans de l'aplatissement devoient se réduire au seul terme qui représente le tiers de l'aire du triangle, puisque ce résultat a lieu dans les triangles sphériques. Quant aux autres termes, il sembloit très-possible qu'il en restât quelqu'un affecté de la première ou de la seconde puissance de l'aplatissement; mais

en exécutant les calculs avec tout le soin nécessaire, on trouve que tous ces termes se détruisent mutuellement, et que la valeur de z se réduit au tiers de l'aire du triangle, comme dans l'hypothèse sphérique.

Ce résultat est tout à la fois indépendant de l'aplatissement du sphéroïde, de la latitude du sommet du triangle, et de la direction azimutale de ses côtés. Il prouve que la différence entre le triangle sphéroïdique et le triangle sphérique qui a des côtés d'égale longueur, n'en produit une sur les angles que dans les termes du troisième ordre; et celle-ci à son tour, lorsqu'on calcule d'après des angles donnés, n'en produit qu'une du quatrième ordre sur les côtés : or, l'une et l'autre différences ne deviendroient sensibles que pour des triangles beaucoup plus grands que ceux qu'on peut former dans les opérations géodésiques.

Si on considère ensuite que toute surface peu différente d'une sphère peut être censée coïncider dans une certaine étendue avec une portion de sphéroïde elliptique disposée convenablement, on en conclura que le théorème sur les triangles sphériques très-petits, s'étend généralement à tous les triangles tracés sur une surface quelconque peu différente d'une sphère.

D'après cette analyse il ne doit plus rester aucun doute sur l'exactitude du calcul des triangles de la méridienne d'où on a déduit la distance des parallèles entre Dunkerque et Montjouy près Barcelonne. Les mêmes principes s'appliqueront à toute autre chaîne dirigée comme on voudra par rapport à la méridienne, et le

résultat du calcul donnera exactement la grandeur de la ligne la plus courte qui joint les points extrêmes, et la direction azimutale de cette ligne par rapport aux côtés du dernier triangle.

Quant aux autres déterminations concernant la différence en longitude des deux extrémités de la chaîne, leur différence en latitude, et la direction azimutale du dernier côté par rapport au méridien du lieu; elles dépendent de la nature particulière du sphéroïde sur lequel la chaîne est tracée. Nous avons donné les formules qui conviennent à un sphéroïde elliptique de révolution, et on peut compter sur leur exactitude; mais les résultats déduits de différentes chaînes ne s'accorderont pas toujours exactement entr'eux, à cause des anomalies dans les latitudes et les azimuts qui peuvent être dues aux attractions locales.

§. Ier. *Du triangle formé par deux méridiens et une perpendiculaire à l'un d'eux.*

(1). Soit (*fig.* 1) C le centre du sphéroïde, CP son demi-axe, CE le rayon de l'équateur, AM une perpendiculaire au méridien PAC, prolongée jusqu'au méridien PMC; par les points A et M menez les ordonnées AI, MT, perpendiculaires à l'axe, et les normales AD, MO, terminées à ce même axe en D et O. Cela posé, nous appellerons:

a le rayon de l'équateur CE;

b le demi-axe CP;

l la latitude du point A ou le complément de l'angle PDA;

λ la latitude du point M ou le complément de l'angle POM;

φ l'angle APM qui mesure la différence en longitude des points A et M, ou l'angle compris entre les méridiens CPA, CPM;

t l'abscisse CT;

u l'ordonnée TM;

s l'arc AM;

M l'angle azimutal AMP.

(2). On trouve par les méthodes connues que la ligne la plus courte sur la surface d'un solide de révolution a pour équation

$$u^2 d\varphi = c ds \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (a')$$

Et parce que $\frac{ud\varphi}{ds} = sin. M$, on voit que la propriété de la ligne la plus courte est de rendre $u. sin. M$ constant; or, au point A on a $M = 90°$ et $sin. M = 1$. Ainsi la constante c est égale à AI, valeur initiale de u.

Combinant l'équation précédente avec la formule

$$ds^2 = du^2 + u^2 d\varphi^2 + dt^2$$

on en tire les deux suivantes :

$$d\varphi = \frac{c \sqrt{(dt^2 + du^2)}}{u \sqrt{(u^2 - c^2)}}$$

$$ds = \frac{u \sqrt{(dt^2 + du^2)}}{\sqrt{(u^2 - c^2)}}$$

desquelles il faudra éliminer l'une des variables t et u par le moyen de l'équation du méridien.

(3). Si le méridien est elliptique, comme nous le supposerons désormais, on aura

$$u^2 = \frac{a^2}{b^2}(b^2 - t^2)$$

mais, pour parvenir aux résultats les plus simples, il conviendra d'employer une nouvelle variable λ' telle qu'on ait $t = b.\ sin.\ \lambda'$; il en résultera $u = a.\ cos.\ \lambda'$, et la substitution de ces valeurs donnera

$$\left.\begin{array}{l} d\varphi = -\frac{c}{a}.\frac{d\lambda' \sqrt{(a^2.\ sin^2.\ \lambda' + b^2.\ cos^2.\ \lambda')}}{\sqrt{(a^2.\ cos^2.\ \lambda' - c^2)}} \ldots \\ ds = -\frac{a d\lambda'.\ cos.\lambda' \sqrt{(a^2.\ sin^2.\ \lambda' + b^2.\ cos^2.\ \lambda')}}{\sqrt{(a^2.\ cos^2.\ \lambda' - c^2)}} \ldots \end{array}\right\} .\ (b')$$

Il est à observer que la variable auxiliaire λ' se déduit immédiatement de la latitude λ; car ayant l'ordonnée $TM = a.\ cos.\ \lambda'$ et l'abscisse $CT = b.\ sin.\ \lambda'$, on trouve la sous-normale

$$TO = \frac{aa}{bb}.\ b.\ sin.\ \lambda' = \frac{aa}{b}.\ sin.\ \lambda'$$

et de là

$$\frac{TO}{TM} \quad \text{ou} \quad tang.\ \lambda = \frac{a}{b}.\ tang.\ \lambda'$$

donc réciproquement

$$tang.\ \lambda' = \frac{b}{a}.\ tang.\ \lambda$$

d'où l'on voit que λ et λ' se déterminent aisément l'une

par l'autre. Nous appellerons, pour abréger, λ' *la latitude réduite*, parce qu'elle est en général moindre que la latitude vraie λ, lorsqu'on suppose le sphéroïde aplati. Ces deux latitudes s'accordent dans les points de zéro et de 90°, et leur plus grande différence a lieu lorsqu'on a

$$tang.\ \lambda = \sqrt{\frac{a}{b}} \quad \text{et} \quad tang.\ \lambda' = \sqrt{\frac{b}{a}}$$

(4). Si l'on appelle semblablement l' la latitude réduite qui correspond à la latitude l du point A, on aura

$$c = a.\ cos.\ l'$$

et les équations (b') deviendront

$$d\varphi = -\frac{cos.\ l'}{a} \cdot \frac{d\lambda' \sqrt{(a^2.\ sin^2.\ \lambda' + b^2.\ cos^2.\ \lambda')}}{\sqrt{(cos^2.\ \lambda' - cos^2.\ l')}}$$

$$ds = -\frac{d\lambda'.\ cos.\ \lambda' \sqrt{(a^2.\ sin^2.\ \lambda' + b^2.\ cos^2.\ \lambda')}}{\sqrt{(cos^2.\ \lambda' - cos^2.\ l')}}$$

On voit par ces équations que λ' a pour limites $+ l'$ et $- l'$, et qu'ainsi on peut introduire une nouvelle variable x telle que

$$sin.\ \lambda' = sin.\ l'.\ cos.\ x.$$

Substituant cette valeur, et faisant de plus

$$a^2 = b^2\ (1 + \varepsilon)$$

on aura les deux transformées

$$\left.\begin{aligned} d\varphi &= \frac{b.\ cos.\ l'}{a} \cdot \frac{dx \sqrt{(1 + \varepsilon.\ sin^2.\ l'.\ cos^2.\ x)}}{1 - sin^2.\ l'.\ cos^2.\ x} \ . \\ ds &= bdx \sqrt{(1 + \varepsilon.\ sin^2.\ l'.\ cos^2.\ x)} \ . \ . \end{aligned}\right\} . \ (c')$$

La seconde équation fait voir que l'arc s de la ligne la plus courte peut être assimilé indéfiniment à un arc d'ellipse; car si, avec les demi-axes $CA' = b$ (*fig.* 2), $CB' = b\sqrt{(1 + \varepsilon . \sin^2 . l')}$, on décrit une ellipse $A'M'B'$, et qu'on prenne l'abscisse $CT' = b . \cos . x$, on aura l'arc correspondant

$$A'M' = \int b\,dx \sqrt{(1 + \varepsilon . \sin^2 . l' . \cos^2 . x)} = AM.$$

(5). Quant à la valeur de φ, elle dépend des fonctions elliptiques de la troisième espèce (voyez mon *Mém. sur les transcend. ellipt.*); mais, pour lui donner la forme la plus simple et la plus facile à évaluer par approximation, je l'écris ainsi :

$$d\varphi = \frac{b . \cos . l'}{a} . \frac{C dx}{1 - \sin^2 . l' . \cos^2 . x}$$
$$+ \frac{b . \cos . l'}{a} . \frac{dx [\sqrt{(1 + \varepsilon . \sin^2 . l' . \cos^2 . x)} - C]}{1 - \sin^2 . l' . \cos^2 . x}$$

Ensuite je prends C de manière qu'on ait

$$1 + \varepsilon . \sin^2 . l' . \cos^2 . x - C^2 = (1 - C^2) . (1 - \sin^2 . l' . \cos^2 . x)$$

ce qui donne

$$C^2 = 1 + \varepsilon = \frac{a^2}{b^2}, \quad \text{ou} \quad C = \frac{a}{b}$$

et la valeur de $d\varphi$ devient

$$d\varphi = \frac{dx . \cos . l'}{1 - \sin^2 . l' . \cos^2 . x} - \frac{b^2 . \varepsilon . \cos . l'}{a} . \frac{dx}{a + b\sqrt{(1 + \varepsilon . \sin^2 . l' . \cos^2 . x)}}$$

Enfin, prenant l'angle y, d'après la formule

$$\tang . y = \frac{\tang . x}{\cos . l'}$$

on aura encore plus simplement

$$d\varphi = dy - \frac{b^2 \varepsilon . \cos. l'}{a} . \frac{dx}{a + b\sqrt{(1 + \varepsilon . \sin^2. l' . \cos^2. x)}} . \quad \text{(d')}$$

(6). Pour avoir maintenant les intégrales approchées de ces formules, il suffira de les développer jusqu'aux quantités de l'ordre ε^2 inclusivement. Effectuant donc ce développement, et substituant, au lieu de a, sa valeur $b\sqrt{(1 + \varepsilon)}$, l'intégrale de l'équation (d') sera

$$\begin{aligned} \varphi &= y - x . \cos. l' \left(\tfrac{1}{2} \varepsilon - \tfrac{3}{8} \varepsilon^2\right) \\ &+ \left(x + \tfrac{1}{2} . \sin. 2x\right) . \left(\tfrac{1}{16} \varepsilon^2 . \sin^2. l' . \cos. l'\right) \ldots \quad \text{(e')} \end{aligned}$$

Pareillement l'intégrale de la valeur de ds sera

$$\begin{aligned} s &= bx \left(1 + \tfrac{1}{4} \varepsilon . \sin^2. l' - \tfrac{3}{64} \varepsilon^2 . \sin^4. l'\right) \\ &+ b . \sin. 2x \left(\tfrac{1}{8} \varepsilon . \sin^2. l' - \tfrac{1}{32} \varepsilon^2 . \sin^4. l'\right) \\ &- b . \sin. 4x \left(\tfrac{1}{256} \varepsilon^2 . \sin^4. l'\right) \ldots \ldots \quad \text{(f')} \end{aligned}$$

(7). Ces formules serviront à résoudre les différens problèmes qu'on pourra se proposer sur le triangle sphéroïdique rectangle *PAM*, formé par deux arcs de méridiens *PA*, *PM*, et la perpendiculaire à l'un d'eux *AM*. Supposons, par exemple, qu'étant connus l'arc *AP*, ou seulement la latitude du point *A* qui détermine cet arc, et la distance $AM = s$, il s'agisse de trouver, d'après ces deux élémens et l'angle droit *A*, les trois autres élémens du triangle *PAM*, savoir, la longitude $\varphi = PAM$, la latitude λ du point *M*, et l'azimut *M*.

Ayant fait la quantité connue $\frac{s}{b} = \sigma$, on déterminera x à l'aide de l'équation (f′), d'où l'on tire

$$\begin{aligned} x = &\ \sigma\,(1 - \tfrac{1}{4}\varepsilon.\ sin^2.\ l' + \tfrac{7}{64}\ \varepsilon^2.\ sin^4.\ l') \\ &- sin.\ 2\,\sigma\,(\tfrac{1}{8}\ \varepsilon.\ sin^2.\ l' - \tfrac{1}{16}\ \varepsilon^2.\ sin^4.\ l') \\ &+ \sigma.\ cos.\ 2\,\sigma\,(\tfrac{1}{16}\ \varepsilon^2.\ sin^4.\ l') \\ &+ sin.\ 4\,\sigma\,(\tfrac{5}{256}\ \varepsilon^2.\ sin^4.\ l') \quad \ldots\ldots\ldots \quad (g') \end{aligned}$$

x étant connu, on aura y par l'équation

$$tang.\ y = \frac{tang.\ x}{cos.\ l'}$$

et de-là la longitude φ par l'équation (e′).

Ensuite la latitude λ du point M sera donnée par les deux équations

$$sin.\ \lambda' = sin.\ l'.\ cos.\ x, \quad tang.\ \lambda = \frac{a}{b}.\ tang.\ \lambda'$$

Enfin l'azimut M, c'est-à-dire l'angle que fait la courbe AM avec le méridien du point M, sera donné par l'équation

$$sin.\ M = \frac{c}{u} = \frac{cos.\ l'}{cos.\ \lambda'} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (h')$$

(8). Le calcul qu'on vient d'indiquer se réduit presque entièrement à la résolution d'un triangle sphérique rectangle ; car, ayant à résoudre le triangle sphéroïdique rectangle APM dans lequel on connoît l'angle droit A, l'arc AP ou plutôt son amplitude $90^\circ - l$ (1), et l'arc

---

(1) On appelle *amplitude* d'un arc de courbe l'angle compris entre les deux normales menées aux extrémités de cet arc.

AM dont la longueur $= s = b\sigma$; si on construit (*fig.* 3) le triangle sphérique $P'A'M'$ rectangle en A', dans lequel on ait le côté $P'A' = 90° - l'$ et $A'M' = x$; la relation entre ces deux triangles est telle qu'on a l'angle $M' = M$ et le côté $P'M' = 90° - \lambda'$.

La résolution du triangle sphérique, en supposant seulement x connu, donnera immédiatement l'azimut M et la latitude réduite λ' du point M; d'où l'on conclura aussitôt la latitude vraie par la formule

$$tang.\ \lambda = \frac{a}{b}\ tang.\ \lambda'$$

Quant à la longitude φ, on la trouvera en calculant d'abord l'angle $A'P'M' = y$, et faisant ensuite

$$\varphi = y - x.\ cos.\ l'\ (\tfrac{1}{2}\ \varepsilon - \tfrac{3}{8}\ \varepsilon^2)$$
$$+ (x + \tfrac{1}{2}.\ sin.\ 2\ x).\ (\tfrac{1}{16}\ \varepsilon^2.\ sin^2.\ l'.\ cos.\ l')$$

(9). D'après cette solution on peut prendre une idée juste de la figure qu'affecte la ligne la plus courte menée perpendiculairement à un méridien donné par le point dont la latitude est l.

Si l'on fait $x = 90°$, on aura

$$\lambda' = 0; \quad \lambda = 0; \quad y = 90°$$

et

$$\varphi = 90° [1 - cos.\ l' (\tfrac{1}{2}\varepsilon - \tfrac{3}{8}\varepsilon^2) + \tfrac{1}{16}\varepsilon^2.\ sin^2.\ l'.\ cos.\ l']$$

Le point de la ligne la plus courte qui correspond à cette valeur de x est donc situé sur l'équateur, mais sa longitude n'est pas de 90°, comme elle le seroit sur la

sphère; elle sera moindre d'une quantité à peu près proportionnelle à l'aplatissement (1).

La même supposition de $x = 90°$ donne la longueur de l'arc s égale au quart d'ellipse $A'M'B'$ (*fig.* 2), dont la valeur développée est

$$s = b\,(1 + \tfrac{1}{4}\varepsilon.\ sin^2.\ l' - \tfrac{3}{64}\,\varepsilon^2.\ sin^4.\ l')$$

Si on fait ensuite $x = 180°$, on aura

$$\lambda' = -\,l';\quad \lambda = -\,l \quad \text{et} \quad y = 180°$$

En même temps les valeurs de φ et de s deviennent doubles de ce qu'elles étoient en faisant $x = 90°$, et l'azimut est de $90°$, comme au point A. D'où il suit que la ligne la plus courte s'étend au-delà de l'équateur jusqu'au parallèle qui a la même latitude que le point A, et dans cette limite elle fait de nouveau un angle droit avec le méridien. En général l'équateur divise cette courbe en deux parties parfaitement égales. Elle passera donc semblablement du second hémisphère au premier, et parviendra au même parallèle d'où elle étoit partie, mais dans un point différent, puisque la longitude de ce point, au lieu d'être de $360°$, sera

$$360°\,[1 - cos.\ l'\,(\tfrac{1}{2}\,\varepsilon - \tfrac{3}{8}\,\varepsilon^2) + \tfrac{1}{16}\,\varepsilon^2.\ sin^2.\ l'.\ cos.\ l']$$

---

(1) Si on fait le rapport des axes $\frac{a}{b} = 1 + \alpha$, la quantité α est ce qu'on appelle l'aplatissement du sphéroïde. Nous avons introduit, au lieu de cet aplatissement, la quantité ε qui en est à peu près le double, car ayant fait $\frac{a^2}{b^2} = 1 + \varepsilon$, il est clair qu'on a $\varepsilon = 2\,\alpha + \alpha^2$.

Ces révolutions se répéteront sans cesse, et la perpendiculaire à la méridienne formera une sorte de spirale comprise entre les deux parallèles situées de part et d'autre de l'équateur à la même latitude. Toutes les spires de cette courbe seront égales entre elles, et chaque quart de spire compris entre un parallèle et l'équateur sera égal en longueur au quart d'ellipse dont les demi-axes sont b et $b\sqrt{(1+\varepsilon.\ sin^2.\ l')}$.

(10). Les propriétés qu'on vient de démontrer pour la perpendiculaire à la méridienne, conviennent également à la ligne la plus courte menée entre deux points quelconques du sphéroïde; car, quelle que soit la ligne la plus courte qui passe sur deux points donnés B et M (*fig.* 3), si on prolonge cette ligne indéfiniment, soit vers B, soit vers M, et que A soit le point de son prolongement le plus près du pôle P, il est clair que l'arc de méridien PA sera perpendiculaire à la courbe AMB, et réciproquement AMB à PA. Donc l'arc BM fait partie d'une perpendiculaire au méridien, et jouit des mêmes propriétés dans ses prolongemens indéfinis.

§ II. *Du triangle formé par deux méridiens, et la ligne la plus courte qui en joint deux points quelconques.*

(11). Considérons maintenant le triangle PBM (*fig.* 3) formé par deux arcs de méridiens PB, PM, et la ligne la plus courte BM menée comme on voudra entre les deux. Soit L la latitude du point B, λ celle

du point M, l'azimut $PBA = B$, et l'azimut $PMB = M$; enfin, soit l'arc $BM = s$, et la longitude $BPM = \varphi$.

Le méridien perpendiculaire à l'arc BM prolongé étant PA, on construira les triangles sphériques $P'A'M'$, $P'A'B'$ d'après les triangles sphéroïdiques PAM, PAB, comme on l'a expliqué numéro (8); on fera de même $A'M' = x$, $A'P'M' = y$, et de plus la latitude en $A' = l'$, $A'B' = m$, $A'P'B' = n$. Connoissant les élémens L et B relatifs au point B, on aura, pour déterminer la position du point A, les équations

I . . . . . $\cos. l' = \cos. L'. \sin. B$

II . . . . . $\cos. m = \dfrac{\sin. L'}{\sin. l'}$

III . . . . $\text{tang}. n = \dfrac{\text{tang}. m}{\cos. l'}$

La première n'est autre que l'équation même de la courbe $u. \sin. M = const.$ ou $\cos. \lambda'. \sin. M = const.$ appliquée aux points A et B; les deux autres résultent du triangle sphérique rectangle $P'A'B'$, où l'on connoît l'hypoténuse $P'B' = 90° - L'$ et l'angle $B' = B$. Ces équations déterminent les trois autres élémens du même triangle, et on obtiendroit par leur combinaison ou par les formules trigonométriques connues ces autres relations :

$$\sin. m. \sin. l' = \cos. B. \cos. L'$$
$$\sin. m. = \sin. n. \cos. L'$$
$$\cos. n. = \cos. m. \sin. B$$

(12). Il faut ensuite considérer les autres quantités relatives au triangle PBM; savoir, s, λ, φ, M, et de plus les deux auxiliaires x et y. De ces six quantités trois sont représentées dans le triangle sphérique rectangle $P'A'M'$, où l'on a $A'M' = x$, *angle* $M'P'A' = y$ et *angle* $M' = M$. Une quatrième, λ, a pour correspondante le côté $P'M' = 90^\circ - \lambda'$; ainsi on a d'abord les trois équations :

$$\text{IV} \ldots\ldots \quad \sin.\ \lambda' = \sin.\ l'.\ \cos.\ x$$

$$\text{V} \ldots\ldots \quad \text{tang.}\ y = \frac{\text{tang.}\ x}{\cos.\ l'}$$

$$\text{VI} \ldots\ldots \quad \sin.\ M = \frac{\cos.\ L'.\ \sin.\ B}{\cos.\ \lambda'}$$

par lesquelles on voit qu'une des quatre variables λ, x, y, M, étant connue, on pourra déterminer les trois autres.

Enfin, des deux équations (e′) et (f′) on déduit généralement les deux suivantes :

$$\begin{aligned}\text{VII.}\ \frac{s}{b} = {} & (x-m).\left(1+\tfrac{1}{4}\varepsilon.\sin^2.l' - \tfrac{3}{64}\varepsilon^2.\sin^4.l'\right) \\ & + (\sin.2x - \sin.2m).\left(\tfrac{1}{8}\varepsilon.\sin^2.l' - \tfrac{1}{32}\varepsilon^2.\sin^4.l'\right) \\ & - (\sin.4x - \sin.4m).\left(\tfrac{1}{256}\varepsilon^2.\sin^4.l'\right)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{VIII.}\ \varphi = {} & y - n - (x-m).\left(\tfrac{1}{2}\varepsilon - \tfrac{3}{8}\varepsilon^2\right).\cos.l' \\ & + \left(x - m + \tfrac{1}{2}.\sin.2x - \tfrac{1}{2}.\sin.2m\right).\left(\tfrac{1}{16}\varepsilon^2.\sin^2.l'.\cos.l'\right)\end{aligned}$$

(13). Ces huit équations renferment toute la théorie des lignes les plus courtes menées sur la surface du sphéroïde; elles se traiteront différemment, suivant les

différens problèmes à résoudre. Si, par exemple, avec les élémens L et B ou L' et B relatifs au point B, on connoît la longueur s de la ligne la plus courte BM, et qu'il s'agisse de déterminer les autres élémens relatifs au point M, on calculera x d'après l'équation VII, laquelle, en faisant $\frac{s}{b} = \sigma$, donne

$$
\begin{aligned}
x = m &+ \sigma\left(1 - \tfrac{1}{4}\varepsilon.\, sin^2.\, l' + \tfrac{7}{64}\varepsilon^2.\, sin^4.\, l'\right) \\
&- sin.\,\sigma.\, cos.\,(2m+\sigma).\left(\tfrac{1}{4}\varepsilon.\, sin^2.\, l' - \tfrac{1}{8}\varepsilon^2.\, sin^4.\, l'\right) \\
&+ \sigma.\, cos.\,(2m+2\sigma).\left(\frac{\varepsilon^2.\, sin^4.\, l'}{16}\right) \\
&+ sin.\,\sigma.\, cos.\,(2m+\sigma).\, cos.\,(2m+2\sigma).\left(\frac{\varepsilon^2.\, sin^4.\, l'}{16}\right) \\
&+ sin.\,2\sigma.\, cos.\,(4m+2\sigma).\left(\frac{\varepsilon^2.\, sin^4.\, l'}{128}\right)
\end{aligned}
$$

Au moyen de cette valeur on déterminera λ', y et M par les équations IV, V, VI, et enfin φ par l'équation VIII.

Ces équations ont lieu quelle que soit la grandeur de la distance s ou de l'angle σ; mais, dans la pratique des opérations géodésiques, la distance s est toujours très-petite par rapport aux dimensions du sphéroïde : c'est pourquoi il convient de développer d'une manière particulière les formules relatives aux triangles PBM, dans lesquels un côté BM est supposé fort petit par rapport aux deux autres. Ce sera l'objet du paragraphe suivant.

§ III. *Du triangle formé par deux méridiens et un arc de la ligne la plus courte, supposé très-petit par rapport aux deux autres côtés.*

(14). Les formules relatives à ce triangle se déduisent facilement de celles qu'on a données dans le paragraphe précédent; il suffit pour cela de supposer σ très-petit, et de développer les formules jusqu'aux quantités du troisième ordre inclusivement en ε et σ: ce qui suffit pour les opérations géodésiques où les termes ultérieurs seroient absolument insensibles. Nous allons cependant faire voir comment on peut parvenir plus directement à ces formules par l'intégration des équations différentielles (c′) et (d′).

Faisant toujours $\frac{s}{b} = \sigma$, afin que σ soit considéré comme une quantité très-petite du même ordre que ε, nous prendrons $x = m + \xi$, la quantité ξ qui est représentée par $B'M'$, devant être du même ordre que σ. Cela posé, la seconde des équations (c′) donnera par un premier développement

$$d\sigma = d\xi \left[1 + \tfrac{1}{2}\,\varepsilon.\ sin^2.\ l'.\ cos^2.\ (m + \xi) - \tfrac{1}{8}\,\varepsilon^2.\ sin^4.\ l'.\ cos^4.\ (m + \xi)\right]$$

Et comme nous ne voulons admettre dans la valeur de σ que des termes du troisième ordre, il suffira de prendre $cos.\ (m + \xi) = cos.\ m - \xi.\ sin.\ m$, $cos^2.\ (m + \xi) =$

$cos^2. m - 2\xi. sin. m. cos. m$, $cos^4. (m + \xi) = cos^4. m$, et on aura

$$d\sigma = d\xi [1 + \tfrac{1}{2}\varepsilon. sin^2. l'. (cos^2. m - 2\xi. sin. m cos. m) - \tfrac{1}{8}\varepsilon^2. sin^4. l'. cos^4. m]$$

Donc, puisque σ et ξ sont zéro en même temps, l'intégration donnera

$$\sigma = \xi (1 + \tfrac{1}{2}\varepsilon. sin^2. l'. cos^2. m - \tfrac{1}{8}\varepsilon^2. sin^4. l'. cos^4. m) - \tfrac{1}{2}\xi^2 (\varepsilon. sin^2. l'. cos. m. sin. m)$$

Mais par les formules du n° 11 on a

$$sin. l'. cos. m = sin. L'$$

et

$$sin. l'. sin. m = cos. B. cos. L'$$

substituant donc ces valeurs dans la formule précédente, afin de la composer des seules quantités relatives au triangle BPM, on aura

$$\sigma = \xi (1 + \tfrac{1}{2}\varepsilon. sin^2. L' - \tfrac{1}{8}\varepsilon^2. sin^4. L') - \tfrac{1}{2}\xi^2\varepsilon. cos. B. sin. L'. cos. L'$$

d'où l'on tire réciproquement

$$\xi = \sigma (1 - \tfrac{1}{2}\varepsilon. sin^2. L' + \tfrac{3}{8}\varepsilon^2. sin^4. L') + \tfrac{1}{2}\sigma^2\varepsilon. cos. B. sin. L'. cos. L' \ldots . \quad (i')$$

(15). Maintenant, pour avoir la valeur de φ, il faut recourir à l'équation différentielle (d'), qui, en faisant

$x = m + \xi$, et ne conservant que les termes nécessaires, devient

$$d\varphi = dy - \frac{b^2.\varepsilon.\cos.l'}{a}.\frac{d\xi}{a + b\sqrt{(1+\varepsilon.\sin^2.l'.\cos^2.m)}}$$

Substituant encore les valeurs $a = b\sqrt{(1+\varepsilon)}$, $\cos.l' = \cos.L'.\sin.B$, $\sin.l'.\cos.m = \sin.L'$, et faisant les réductions, on a

$$d\varphi = dy - \tfrac{1}{2}\varepsilon d\xi.\cos.L'.\sin.B(1 - \varepsilon + \tfrac{1}{4}\varepsilon.\cos^2.L')$$

d'où résulte, en intégrant,

$$\varphi = y - n - \tfrac{1}{2}\varepsilon\xi.\cos.L'.\sin.B(1 - \varepsilon + \tfrac{1}{4}\varepsilon.\cos^2.L')$$

Il ne reste donc qu'à trouver $y - n$ en fonction de ξ. Or des équations

$$\text{tang}.y = \frac{\text{tang}.x}{\cos.l'} = \frac{\text{tang}.(m+\xi)}{\cos.l'}, \quad \text{tang}.n = \frac{\text{tang}.m}{\cos.l'},$$

il résulte

$$\text{tang}.(y-n) = \frac{\cos.l'.\text{tang}.\xi}{\cos^2.l' + \sin^2.m.\sin^2.l' + \sin^2.l'.\sin.m.\cos.m.\text{tang}.\xi}$$

ou, en éliminant l' et n,

$$\text{tang}.(y-n) = \frac{\sin.B.\text{tang}.\xi}{\cos.L' + \sin.L'.\cos.B.\text{tang}.\xi}$$

De-là il est facile de conclure

$$y - n = \frac{\xi.\sin.B}{\cos.L'} - \frac{\xi^2.\sin.B.\cos.B}{\cos.L'}.\text{tang}.L'$$
$$+ \frac{\xi^3.\sin.B.\cos^2.B}{\cos.L'}(\tfrac{1}{3} + \text{tang}^2.L')$$
$$- \frac{\xi^3.\sin^3.B}{\cos.L'}(\tfrac{1}{3}\text{tang}^2.L')$$

c'est ce qu'on auroit trouvé aussi par le développement de l'équation

$$dy = \frac{d\xi.\ cos.\ l'}{1 - sin^2.\ l'.\ cos^2.\ (m + \xi)}$$

La valeur de φ en fonction de ξ sera donc donnée par la formule

$$\begin{aligned}\varphi = \frac{\xi.\ sin.\ B}{cos.\ L'} &- \frac{\xi^2.\ sin.\ B.\ cos.\ B}{cos.\ L'}.\ tang.\ L' \\ &- \tfrac{1}{2}\,\varepsilon\xi.\ sin.\ B.\ cos.\ L'\,(1 - \varepsilon + \tfrac{1}{4}\,\varepsilon.\ cos^2.\ L') \\ &+ \frac{\xi^3.\ sin.\ B.\ cos^2.\ B}{cos.\ L'}\,(\tfrac{1}{3} + tang^2.\ L') \\ &- \frac{\xi^3.\ sin^3.\ B}{cos.\ L'}\,(\tfrac{1}{3}.\ tang^2.\ L')\end{aligned}$$

et si l'on y substitue l'expression de ξ en σ, on aura, après toutes les réductions,

$$\begin{aligned}\varphi.\ cos.\ L' = \sigma.\ sin.\ B\,&(1 - \tfrac{1}{2}\varepsilon + \tfrac{3}{8}\varepsilon^2) \\ &- \sigma^2.sin.B.cos.B.tang.L'(1 - \varepsilon + \tfrac{1}{2}\varepsilon.cos^2.L') \\ &+ \sigma^3.\ sin.B.\ cos^2.\ B\,(\tfrac{1}{3} + tang^2.\ L') \\ &- \sigma^3.\ sin^3.\ B\,(\tfrac{1}{3}.\ tang^2.\ L')\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ (k')\end{aligned}$$

(16). Il reste à trouver des formules semblables pour la latitude réduite λ' et l'azimut M; or on a

$$\begin{aligned}sin.\ \lambda' = sin.\ l'.\ cos.\ x &= sin.\ l'.\ cos.\ (m + \xi) \\ &= sin.\ l'.\ cos.\ m\,(1 - \tfrac{1}{2}\,\xi^2) \\ &- sin.\ l'.\ sin.\ m\,(\xi - \tfrac{1}{6}\,\xi^3)\end{aligned}$$

ou

$$sin.\ \lambda' = sin.\ L'\,(1 - \tfrac{1}{2}\xi^2) - cos.\ B.\ cos.\ L'\,(\xi - \tfrac{1}{6}\xi^3)$$

d'où résulte

$$\lambda' = L' - \xi . \cos . B - \tfrac{1}{2} \xi^2 . \sin^2 . B . \operatorname{tang} . L' + \tfrac{1}{2} \xi^3 . \sin^2 . B . \cos . B \left(\tfrac{1}{3} + \operatorname{tang}^2 . L'\right)$$

Substituant la valeur de ξ en σ il viendra

$$\begin{aligned} \lambda' = L' &- \sigma . \cos . B \left(1 - \tfrac{1}{2} \varepsilon . \sin^2 . L' + \tfrac{3}{8} \varepsilon^2 . \sin^4 . L'\right) \\ &- \tfrac{1}{2} \sigma^2 . \sin^2 . B . \operatorname{tang} . L' \left(1 - \varepsilon . \sin^2 . L'\right) \\ &- \tfrac{1}{2} \varepsilon \sigma^2 . \cos^2 . B . \sin . L' . \cos . L' \\ &+ \tfrac{1}{2} \sigma^3 . \sin^2 . B . \cos . B \left(\tfrac{1}{3} + \operatorname{tang}^2 . L'\right) \quad \ldots\ldots \quad (l') \end{aligned}$$

Enfin l'azimut M peut se tirer, soit de la formule

$$\sin . M = \frac{\sin . B . \cos . L'}{\cos . \lambda'}$$

soit de la formule

$$\operatorname{tang} . (B - M) = \frac{\sin . B . \operatorname{tang} . L' . \sin . \xi - \sin . B . \cos . B (1 - \cos . \xi)}{1 + \cos . B . \operatorname{tang} . L' . \sin . \xi - \cos^2 . B (1 - \cos . \xi)}$$

Celle-ci, développée convenablement, donne

$$\begin{aligned} M = B &- \xi . \sin . B . \operatorname{tang} . L' + \xi^2 . \sin . B . \cos . B \left(\tfrac{1}{2} + \operatorname{tang}^2 . L'\right) \\ &- \xi^3 . \sin . B . \cos^2 . B . \operatorname{tang} . L' \left(1 + \tfrac{4}{3} . \operatorname{tang}^2 . L'\right) \\ &+ \xi^3 . \sin . B . \operatorname{tang} . L' \left(\tfrac{1}{6} + \tfrac{1}{3} . \operatorname{tang}^2 . L'\right) \end{aligned}$$

et en y substituant la valeur de ξ en σ, on obtient

$$\begin{aligned} M = B &- \sigma . \sin . B . \operatorname{tang} . L' \left(1 - \tfrac{1}{2} \varepsilon . \sin^2 . L' + \tfrac{3}{8} \varepsilon^2 . \sin^4 . L'\right) \\ &+ \sigma^2 . \sin . B . \cos . B \left(\tfrac{1}{2} + \operatorname{tang}^2 . L' - \varepsilon . \operatorname{tang}^2 . L'\right) \\ &+ \sigma^3 . \sin^3 . B . \operatorname{tang} . L' \left(\tfrac{1}{6} + \tfrac{1}{3} . \operatorname{tang}^2 . L'\right) \\ &- \sigma^3 . \sin . B . \cos^2 . B . \operatorname{tang} . L' \left(\tfrac{5}{6} + \operatorname{tang}^2 . L'\right) \quad \ldots \quad (m') \end{aligned}$$

(17). Les trois formules (k'), (l'), (m') contiennent

toutes les relations qui existent entre les côtés et les angles du triangle *PBM*, de sorte qu'étant donné trois des élémens qui le composent, on pourra déterminer les trois autres. Ces formules ont été vérifiées avec soin, et on peut compter sur leur exactitude : elles diffèrent en quelque chose des formules analogues que nous avons données dans les *Mémoires de l'Académie des sciences*, année 1787, p. 363 et 364; mais celles-ci ont besoin d'une légère correction, parce qu'elles sont fondées en partie sur la supposition que la ligne *BM* est située dans un plan vertical qui passe par le point *B*.

Si, par des opérations géodésiques, on forme une chaîne de triangles qui joigne deux points éloignés, la connoissance de la latitude du premier point, de la longueur et de l'azimut du premier côté, puis celle de la longueur et de l'azimut des autres côtés successifs, suffira pour déterminer, à l'aide des formules précédentes, la différence en longitude des deux points extrêmes de la chaîne, la latitude du dernier point et la direction azimutale du dernier côté. Comme de ces trois élémens on peut en vérifier deux immédiatement, savoir, la latitude du dernier point et la direction azimutale du dernier côté, on aura ainsi le moyen, soit de vérifier les valeurs adoptées pour le demi-axe b du sphéroïde et son aplatissement α, soit de parvenir à les corriger en cas qu'elles ne fussent pas exactement connues. Mais, dans les applications qu'on pourra faire de cette méthode à différentes suites de triangles, il ne faut pas croire que les résultats s'accorderont toujours à donner

une même figure au sphéroïde terrestre; ces résultats pourront différer assez sensiblement entre eux, à raison des anomalies dans les latitudes et les azimuts qui peuvent être dues aux attractions locales.

(18). D'après les formules précédentes il est facile de résoudre ce problème, qui trouvera son application dans le paragraphe suivant : *Étant données les latitudes L et λ des deux points B et M avec leur différence en longitude φ, trouver la distance $BM = b\sigma$ et les azimuts B et M*, c'est-à-dire, en d'autres termes, *déterminer la ligne la plus courte qui joint deux points donnés, B et M, sur la surface du sphéroïde.*

Soient les connues $L' - \lambda' = \mu$, $\varphi.\ cos.\ L' = \omega$, et les inconnues $\sigma.\ cos.\ B = x'$, $\sigma.\ sin.\ B = y'$, les deux équations (k') et (l') seront de la forme

$$\omega = Py' - Qx'y' + Rx'^2y' - Sy'^3$$
$$\mu = px' + qy'^2 - rx'y'^2 + sx'^2$$

P, p, Q, q, etc. étant des coëfficiens connus. Comme il s'agit seulement d'avoir une solution approchée jusqu'aux quantités du troisième ordre inclusivement, cette solution n'est sujette à aucune difficulté, et on trouve

$$\begin{aligned}\sigma.\ cos.\ B = \mu\,(1 + \tfrac{1}{2}\,\varepsilon.\ sin^2.\ L' - \tfrac{1}{8}\,\varepsilon^2.\ sin^4.\ L')\\ - \tfrac{1}{2}\,\omega^2.\ tang.\ L'\,(1 + \tfrac{1}{2}\,\varepsilon + \tfrac{1}{2}\,\varepsilon.\ cos^2.\ L')\\ - \tfrac{1}{2}\,\mu^2\varepsilon.\ sin.\ L'.\ cos.\ L' - \tfrac{1}{2}\,\omega^2\mu.\ (tang^2.\ L' - \tfrac{1}{3})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma.\ sin.\ B = \omega\,(1 + \tfrac{1}{2}\,\varepsilon - \tfrac{1}{8}\,\varepsilon^2) + \mu\,\omega.\ tang.\ L'\,(1 + \tfrac{1}{2}\,\varepsilon)\\ - \tfrac{1}{3}\,\omega\,\mu^2 - \tfrac{1}{6}\,\omega^3.\ tang^2.\ L'\end{aligned}$$

De-là se tireront facilement les valeurs de σ et B; ensuite on déterminera l'azimut M par la formule

$$sin.\ M = \frac{sin.\ B.\ cos.\ L'}{cos.\ \lambda'}$$

ce qui achevera de résoudre le problème.

§ IV. *Du triangle dont les côtés sont fort petits par rapport aux dimensions du sphéroïde.*

(19). CONSIDÉRONS enfin le triangle sphéroïdique BMN (*fig.* 4) dont les côtés sont très-petits par rapport aux dimensions du sphéroïde. Il s'agit d'examiner si les règles à suivre pour la résolution de ces sortes de triangles sont sensiblement les mêmes que celles qui s'appliquent aux triangles sphériques dont les côtés sont très-petits, ou si elles en diffèrent de manière à exiger une modification particulière.

Pour cela nous supposerons connus en grandeur et en direction les deux côtés qui partent du point B; nous appellerons L' la latitude réduite du point B, le supplément de $PBM = B$, le supplément de $PBN = C$, le côté $BM = b\sigma$, et le côté $BN = b\tau$. D'après ces cinq données il faut déterminer la position des points M et N.

Or, si on appelle P' la latitude réduite du point M, et Q' celle du point N, on aura, d'après la formule (1'), les valeurs suivantes :

$$P' = L' - \sigma.\ cos.\ B\ (1 - \tfrac{1}{2}\,\varepsilon.\ sin^2.\ L' + \tfrac{3}{8}\,\varepsilon^2.\ sin^4.\ L')$$
$$- \tfrac{1}{2}\,\sigma^2.\ sin^2.\ B.\ tang.\ L'\ (1 - \varepsilon.\ sin^2.\ L')$$
$$- \tfrac{1}{2}\,\varepsilon\sigma^2.\ cos^2.\ B.\ sin.\ L'.\ cos.\ L'$$
$$+ \tfrac{1}{2}\,\sigma^3.\ sin^2.\ B.\ cos.\ B\ (\tfrac{1}{3} + tang^2.\ L')$$

$$Q' = L' - \tau.\ cos.\ C\ (1 - \tfrac{1}{2}\,\varepsilon.\ sin^2.\ L' + \tfrac{3}{8}\,\varepsilon^2.\ sin^4.\ L')$$
$$- \tfrac{1}{2}\,\tau^2.\ sin^2.\ C.\ tang.\ L'\ (1 - \varepsilon.\ sin^2.\ L)$$
$$- \tfrac{1}{2}\,\varepsilon\tau^2.\ cos^2.\ C.\ sin.\ L'.\ cos.\ L'$$
$$+ \tfrac{1}{2}\,\tau^3.\ sin^2.\ C.\ cos.\ C\ (\tfrac{1}{3} + tang^2.\ L')$$

Par la formule (k') on connoîtra pareillement chacun des angles *BPM*, *BPN*, et par conséquent leur différence *MPN*, que nous appellerons φ'. On aura donc

$$\varphi'.\ cos.\ L' = (\sigma.\ sin.\ B - \tau.\ cos.\ C).\ (1 - \tfrac{1}{4}\,\varepsilon + \tfrac{5}{8}\,\varepsilon^2)$$
$$+ (\tau^2.\ sin.\ C.\ cos.\ C - \sigma^2.\ sin.\ B.\ cos.\ B).$$
$$tang.\ L'\ (1 - \varepsilon + \tfrac{1}{2}\,\varepsilon.\ cos^2.\ L')$$
$$+ (\sigma^3.\ sin.\ B.\ cos^2.\ B - \tau^3.\ sin.\ C.\ cos^2.\ C).$$
$$(\tfrac{1}{3} + tang^2.\ L')$$
$$+ (\tau^3.\ sin^3.\ C - \sigma^3.\ sin^3.\ B).\ (\tfrac{1}{3}.\ tang^2.\ L')$$

(20). Il faut maintenant des données P', Q', φ' déduire la longueur de l'arc *MN* et l'azimut de cet arc en *N*. C'est ce qu'on pourra faire aisément par les formules du numéro 18.

Pour cela, si on regarde *N* comme le premier point de la courbe, et qu'on appelle *N* le supplément de l'angle *PNM*, il faudra substituer Q' à L', P' à λ', et *N* à *B*; de plus, appelant $b\varpi$ la longueur inconnue

de l'arc MN, et faisant pour abréger $\varphi'.\cos.Q' = \omega$, $Q' - P' = \mu$, on aura par les formules citées

$$\varpi.\cos.N = \mu\left(1 + \tfrac{1}{2}\varepsilon.\sin^2.Q' - \tfrac{1}{8}\varepsilon^2.\sin^4.Q'\right) - \tfrac{1}{2}\omega^2.\tang.Q'\left(1 + \tfrac{1}{2}\varepsilon + \tfrac{1}{2}\varepsilon.\cos^2.Q'\right) - \tfrac{1}{2}\mu^2\varepsilon.\sin.Q'.\cos.Q' - \tfrac{1}{2}\omega^2\mu\left(\tang^2.Q' - \tfrac{1}{3}\right)$$

$$\varpi.\sin.N = \omega\left(1 + \tfrac{1}{2}\varepsilon - \tfrac{1}{8}\varepsilon^2\right) + \mu\omega.\tang.Q'\left(1 + \tfrac{1}{2}\varepsilon\right) - \tfrac{1}{3}\omega\mu^2 - \tfrac{1}{6}\omega^3.\tang^2.Q'$$

(21). Considérons un triangle rectiligne mbn dont les côtés seroient égaux à ceux du triangle sphéroïdique MBN. Dans celui-ci appelons A l'angle $MBN = C - B$, et supposons que dans le triangle rectiligne mbn l'angle correspondant $mbn = A - z$, z étant une inconnue qu'il faut déterminer. On sait que z seroit égale au tiers de l'aire du triangle, s'il étoit sphérique; mais il faut voir quel changement apportera à ce résultat la différence du sphéroïde à la sphère. On aura donc, pour déterminer z, l'équation

$$\cos.(A - z) = \frac{\sigma^2 + \tau^2 - \varpi^2}{2\sigma\tau}$$

ou, parce que z ne peut manquer d'être très-petit, au lieu de $\cos.(A - z)$ on peut mettre $\cos.A + z.\sin.A - \tfrac{1}{2}z^2.\cos.A$, ce qui donnera

$$z.\sin.A - \tfrac{1}{2}.z^2.\cos.A = \frac{\sigma^2 + \tau^2 - 2\sigma\tau.\cos.A - \varpi^2}{2\sigma\tau}$$

Tout se réduit donc à substituer dans cette équation la valeur de ϖ^2.

(22). Par les valeurs de $\varpi . \cos . N$ et $\varpi . \sin . N$ élevées chacune au carré, puis ajoutées ensemble, on trouve en s'arrêtant, comme il convient, aux quantités du quatrième ordre,

$$\varpi^2 = \mu^2 (1 + \varepsilon . \sin^2 . Q') + \omega^2 (1 + \varepsilon) . (1 + \mu . \tang . Q') \\ - \tfrac{1}{3} \omega^2 \mu^2 - \tfrac{1}{12} \omega^4 . \tang^2 . Q' - \mu^3 \varepsilon . \sin . Q' . \cos . Q'$$

Substituons d'abord dans cette expression la valeur de Q' en L' donnée article 19; pour cela il suffira de faire

$$Q' = L' - \tau . \cos . C$$

ce qui donnera

$$\tang . Q' = \tang . L' - \tau . \cos . C (1 + \tang^2 . L')$$
$$\sin . Q' = \sin . L' - \tau . \cos . C . \cos . L'$$
$$\sin^2 . Q' = \sin^2 . L' - 2 \tau . \cos . C . \sin . L' . \cos . L'$$

on aura donc

$$\varpi^2 = \mu^2 (1 + \varepsilon . \sin^2 . L') + \omega^2 (1 + \varepsilon) . (1 + \mu . \tang . L') \\ - \omega^2 \mu \tau . \cos . C (1 + \tang^2 L') \\ - 2 \mu^2 \varepsilon \tau . \cos . C . \sin . L' . \cos . L' \\ - \tfrac{1}{3} \omega^2 \mu^2 - \tfrac{1}{12} \omega^4 . \tang^2 . L' - \mu^3 \varepsilon . \sin . L' . \cos . L'$$

(23). Il ne reste plus qu'à substituer dans cette formule les valeurs de ω et μ; et d'abord par l'équation $\mu = Q' - P'$, on a

$$\mu = (\sigma . \cos . B - \tau . \cos . C) . (1 - \tfrac{1}{2} \varepsilon . \sin^2 . L' + \tfrac{3}{8} \varepsilon^2 . \sin^4 . L') \\ + \tfrac{1}{2} (\sigma^2 . \sin^2 . B - \tau^2 . \sin^2 . C) . \tang . L' (1 - \varepsilon . \sin^2 . L') \\ + \tfrac{1}{2} (\sigma^2 . \cos^2 . B - \tau^2 . \cos^2 . C) \varepsilon . \sin . L' . \cos . L' \\ + \tfrac{1}{2} (\tau^3 . \sin^2 . C . \cos . C - \sigma^3 . \sin^2 . B . \cos B) . (\tfrac{1}{3} + \tang^2 . L')$$

Ensuite, pour avoir

$$\omega = \varphi'.\ cos.\ Q' = \varphi'.\ cos.\ L'.\ \frac{cos.\ Q'}{cos.\ L'}$$

il faut développer la valeur de $\frac{cos.\ Q'}{cos.\ L'}$ jusqu'aux quantités du second ordre inclusivement. On prendra pour cet effet

$$\begin{aligned} Q' = L' - \tau.\ cos.\ C\ (1 - \tfrac{1}{2}\ \varepsilon.\ sin^2.\ L') \\ - \tfrac{1}{2}\ \tau^2.\ sin^2.\ C.\ tang.\ L' \end{aligned}$$

ce qui donnera

$$\begin{aligned} \frac{cos.\ Q'}{cos.\ L'} = 1 + \tau.\ cos.\ C.\ tang.\ L'\ (1 - \tfrac{1}{2}\ \varepsilon.\ sin^2.\ L') \\ + \tfrac{1}{2}\ \tau^2.\ sin^2.\ C.\ tang^2.\ L' - \tfrac{1}{2}\ \tau^2.\ cos^2.\ C \end{aligned}$$

Multipliant cette quantité par la valeur de $\varphi'\ cos.\ L'$, donnée numéro (19), on aura

$$\begin{aligned} \omega = & (\sigma.\ sin.\ B - \tau.\ sin.\ C).\ (1 - \tfrac{1}{2}\varepsilon + \tfrac{3}{8}\varepsilon^2) \\ & + (\tau.cos.C - \sigma.cos.B)\sigma.sin.B.tang.L'(1 - \tfrac{1}{2}\varepsilon - \tfrac{1}{2}\varepsilon.sin^2.L') \\ & + (\sigma^3.sin.\ B.cos^2.\ B - \tau^3.\ sin.\ C.cos^2.\ C).\ (\tfrac{1}{3} + tang^2.\ L') \\ & + (\tau^3.\ sin^3.\ C - \sigma^3.\ sin^3.\ B).\ (\tfrac{1}{3}.\ tang^2.\ L') \\ & + \tau.cos.C(\tau^2.\ sin.\ C.cos.C - \sigma^2.\ sin.\ B.\ cos.\ B).\ tang^2.\ L' \\ & + \tfrac{1}{2}\tau^2.\ sin^2.\ C(\sigma.\ sin.\ B - \tau.\ sin.\ C).\ tang^2.\ L' \\ & - \tfrac{1}{2}\tau^2.\ cos^2.\ C(\sigma.\ sin.\ B - \tau.\ sin.\ C) \end{aligned}$$

(24). Substituant ces valeurs de ω et de μ dans l'expression de π', exécutant tous les développemens jusqu'aux quantités du quatrième ordre inclusivement, et effectuant les réductions avec l'attention nécessaire, on

parvient à ce résultat très-simple et très-remarquable, où l'on a mis A à la place de $C - B$,

$$\varpi^2 = \sigma^2 + \tau^2 - 2\,\sigma\tau.\, \cos.\, A - \tfrac{1}{3}\,\sigma^2\tau^2.\, \sin^2.\, A.$$

Alors l'équation qui détermine z devient

$$z.\, \sin.\, A - \tfrac{1}{2}\, z^2.\, \cos.\, A = \tfrac{1}{6}\,\sigma\tau.\, \sin^2.\, A$$

et il en résulte

$$z = \tfrac{1}{6}\,\sigma\tau.\, \sin.\, A + \tfrac{1}{72}\,\sigma^2\tau^2.\, \sin.\, A.\, \cos.\, A$$

mais le second terme, qui est du quatrième ordre, doit être supprimé, parce qu'il supposeroit dans la valeur de ϖ^2, la conservation des termes du sixième ordre, tandis qu'on s'est borné au quatrième.

On a donc simplement

$$z = \tfrac{1}{6}\,\sigma\tau.\, \sin.\, A$$

ou z égal au tiers de l'aire du triangle, résultat qui est absolument le même que si le triangle étoit sphérique, et qui doit être exact aux quantités près du troisième ordre.

Par le théorème que j'ai donné sur les triangles sphériques très-petits (*Mém. de l'Acad. des sciences*, année 1787, p. 358), on savoit que ce résultat devoit avoir lieu en supposant $\epsilon = 0$; mais on ne pouvoit guère prévoir, sans en avoir fait le calcul détaillé comme on vient de le faire, que ce résultat auroit lieu aussi pour les triangles sphéroïdiques, et qu'il seroit tout à la fois

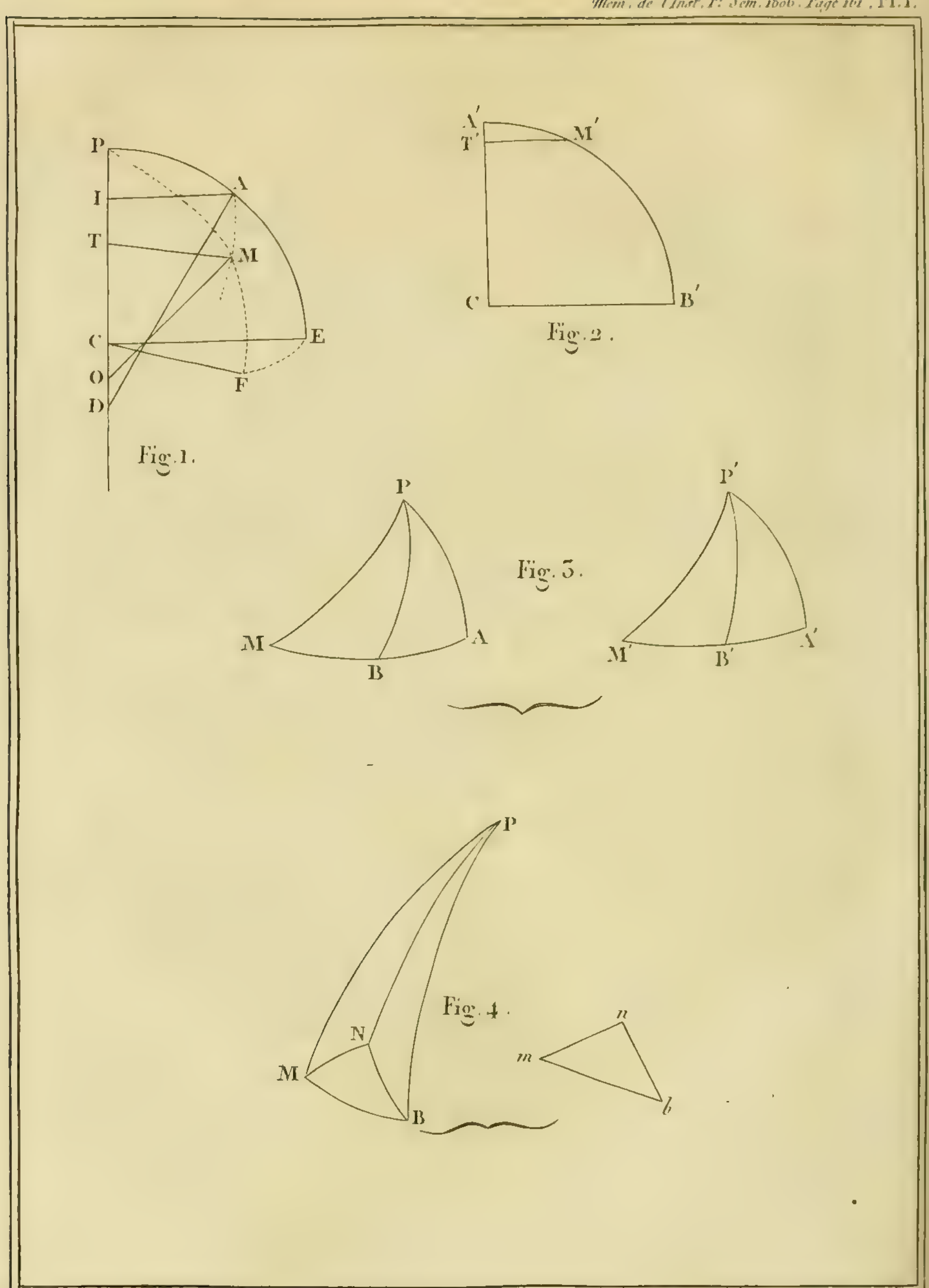
indépendant de l'aplatissement du sphéroïde, de la latitude du sommet du triangle, et de la direction azimutale des côtés.

(25). Il suit donc de ce théorème ainsi généralisé que les triangles tracés sur la surface d'un sphéroïde (et nous avons principalement en vue les triangles formés dans les opérations géodésiques, et dont les côtés pourroient s'étendre jusqu'à la longueur d'un degré, ou même plus) peuvent se calculer comme les petits triangles tracés sur la surface de la sphère. On réduira les uns et les autres en triangles rectilignes, si on diminue leurs angles, chacun d'une quantité égale au tiers de l'aire du triangle, évaluée en supposant le demi-axe $= 1$.

Toute la trigonométrie sphéroïdique est comprise dans ce seul principe; mais il est facile de voir qu'il s'étend encore plus généralement à tous les triangles formés sur une surface quelconque peu différente d'une sphère. En effet, on peut supposer qu'une telle surface se confond sensiblement, dans la portion occupée par le triangle que l'on considère, avec un sphéroïde elliptique disposé de manière que les sections verticales de plus grande et de moindre courbure, qui se coupent toujours à angles droits dans un solide, se confondent avec les sections semblables et de rayons égaux dans l'autre solide. Alors le triangle commun aux deux surfaces jouira de la même propriété que les triangles sphériques.

La résolution des triangles sphéroïdiques dont les




P
I
T
C
O
D
A
M
E
F
Fig. 1.
A'
T'
M'
C
B'
Fig. 2.
P
M
B
A
Fig. 3.
P'
M'
B'
A'
P
N
M
B
Fig. 4.
n
m
b

côtés sont très-petits par rapport aux dimensions du sphéroïde, se ramène donc immédiatement à celle des triangles rectilignes, non seulement lorsque le sphéroïde est elliptique et de révolution, mais lorsqu'il est irrégulier d'une manière quelconque, avec la seule condition d'être peu différent d'une sphère.

Note sur l'article 17.

On peut voir dans les *Mémoires de l'Académie de Berlin*, année 1753, diverses recherches d'Euler sur des questions semblables relatives à la figure de la terre; mais, quand même on réussiroit à tracer avec beaucoup de précision la ligne la plus courte qui joint deux points situés sur différens méridiens à une distance assez grande, on n'en pourroit guère tirer de conséquence bien certaine sur les dimensions du sphéroïde terrestre, à cause des anomalies que l'attraction des couches superficielles apporte nécessairement dans la comparaison des latitudes et des azimuts.

NOTES

SUR

LA PLANÈTE DÉCOUVERTE PAR M. HARDING,

Par J.-C. Burckhardt.

16 vendémiaire an 13.

L'intérêt que l'Institut national a bien voulu témoigner lorsqu'on a annoncé la première nouvelle de cette découverte, m'engage à lui présenter les résultats de mes recherches sur son orbite, malgré le peu de précision dont elles jouissent dans ce moment-ci.

J'avois commencé par chercher une parabole et un cercle : ces deux orbites s'accordoient, à bien peu de chose près, pour le nœud et même pour l'inclinaison de l'orbite, car la parabole donnoit 46°, le cercle 53°. Il sembloit donc que ces deux élémens fussent assez bien connus. Pour chercher une ellipse, j'ai pris pour base les résultats du cercle. Il étoit très-facile de satisfaire aux trois latitudes et à deux longitudes; mais la troisième longitude étoit en erreur de 46″. Quelque petite que paroisse cette erreur, il n'étoit pas facile de la faire

disparoître : il a fallu faire des changemens considérables aux élémens qu'on avoit supposés d'après le cercle.

Voici mes derniers résultats :

Nœuds	173° 52′ 0″0
Inclinaison	24° $\frac{1}{3}$
Excentricité	0.24
Demi-axe	3.1
Anomalie vraie le 7 septembre . . .	80° 0′ 0″0

Ces résultats me paroissent assez certains, car ils tiennent le milieu entre deux hypothèses où l'erreur si tenace de la seconde observation a changé de signe.

Je me suis servi dans ces recherches de la méthode de M. Laplace.

---

5 frimaire an 13.

Les nouveaux élémens que je viens de calculer sont beaucoup plus approchés que ceux de la note précédente ; ils satisfont exactement à quatre observations, et ils représentent la cinquième à 13″ près. Cette erreur m'a paru assez petite pour qu'il soit permis d'attendre la fin des observations qu'on pourra faire au méridien (et nous espérons encore l'observer de cette manière pendant un mois), avant de toucher aux élémens. Alors un plus grand arc fournira plus de moyens pour entreprendre avec succès cette correction.

Voici ces élémens :

Nœud ascendant	171° 7′ 18″
Inclinaison	13° 9′ 7″
Lieu du périhélie	52° 24′ 56″
Excentricité	0.24756
Logarithme du demi-grand axe	0.4244
Anomalie vraie le 23 sept. (à l'instant de l'observ.) .	306° 48′ 0″

J'ai choisi ces observations parmi celles dont j'ai été le plus content. Mes élémens représentent aussi l'observation du 7 septembre, faite au simple micromètre par M. Olbers, à 32″ en longitude et à 56″ près en latitude, et il est clair qu'il faut attribuer cette différence à la position de la petite étoile à laquelle M. Olbers a comparé la planète, laquelle n'étoit pas assez bien connue. Cette erreur a aussi influé sur les premières approximations que j'ai eu l'honneur de communiquer à la classe, lesquelles, sans cette circonstance, se seroient accordées mieux avec ces élémens corrigés.

SECONDE CORRECTION

DES

ÉLÉMENS DE LA NOUVELLE PLANÈTE,

Par J.-C. Burckhardt.

Lu le 3 nivose an 13.

Si les astronomes mettent beaucoup d'empressement à déterminer les orbites des astres nouvellement découverts, leur but principal est de prévoir leur route, afin de pouvoir les retrouver lorsque le mauvais temps ou une autre cause quelconque a produit une longue interruption des observations. Cette circonstance vient d'avoir lieu pour la nouvelle planète : pendant un mois nous n'avions pu la voir, et il auroit été impossible de la retrouver, vu l'extrême foiblesse de sa lumière, si l'on n'avoit pas su d'avance sa position. Cette observation a enfin réussi le 20 et le 21 décembre : elle est d'autant plus importante que la planète se trouve dans la position la plus favorable pour déterminer sa distance au soleil. Elle a parcouru actuellement un douzième de son orbite; elle n'avoit fait que la moitié de cet arc lors de mes recherches précédentes : ces nouveaux élémens méritent donc beaucoup plus de confiance; ils

diffèrent pourtant peu des premiers; car je n'ai rien trouvé à changer à la moyenne distance et à la révolution, qui est de quatre années et quatre mois, presque égale à celle de deux autres petites planètes, Cérès et Pallas. Mais j'ai augmenté l'excentricité de sa soixante-dixième partie, de sorte qu'il est décidé que cette nouvelle planète a la plus grande excentricité de toutes les planètes connues : le périhélie a été avancé de 24′, le nœud et l'inclinaison n'ont changé que de très-peu de minutes. L'effet de cette grande excentricité est si sensible que le temps employé par la planète à parcourir la première moitié de son orbite, celle dont le milieu est occupé par l'aphélie, est le double de celui qu'il lui faut pour achever la seconde moitié. De même sa plus grande distance au soleil est presque le double de la moindre distance : en mesures absolues la différence entre ces deux distances est de quarante-cinq millions de lieues, ou égale à une fois et un tiers la distance de la terre au soleil.

La planète s'approche du soleil et ne passera par son périhélie que le 15 février; cette circonstance donne quelque espoir de pouvoir l'observer encore : j'ai donc cru faire une chose utile et agréable aux astronomes en calculant une éphéméride de cette planète : il est presque superflu d'avertir que je n'y ai mis qu'une exactitude suffisante, de sorte qu'on ne peut juger de mes élémens qu'en les comparant directement aux observations.

Voici les élémens, l'éphéméride et les trois observations fondamentales :

Élémens.

Nœud ascendant	171° 6′ 0″
Inclinaison	13° 5′ 0″
Périhélie en 1805.	52° 49′ 33″
Excentricité	0.25096
Demi-grand axe	2.657
Et son logarithme	0.4244000
Époque en 1805	42° 17′ 23″
(C'est pour le 31 déc. 1804 à midi.)	
Révolution	1582 jours.

Éphéméride.

	Longitude.	Latitude A.
21 décembre 1804 . .	0° 43′	9° 40′
31	4 32	9 45
8 janvier 1805 . . .	7 47	9 52
16	11 18	9 57
23	14 33	10 0
31	18 27	10 0
8 février	22 28	9 59
15	26 8	9 58

Les trois observations fondamentales, en supposant l'obliquité de l'écliptique 23° 28′.

Année 1804.	Asc. droite observée.	Déclin. observ, A	Déclin. vraie.	Longitude vraie.	Latitude vraie.
	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S. Aberr. Nut	D. M. S. Ab.
Sept. 23.49041	359 7 0.3	4 5 41.9	4 5 36.0	357 33 29.5 — 5″8 — 14″3 ou 357 33 9.4	3 24 10.0 + 3″3 ou 3 24 13.3
Nov. 5.36248	355 19 4.8	10 43 0.4	10 42 54.7	351 25 42.0 + 0.7 — 14.6 ou 351 25 28.1	7 58 3.1 + 1.7 ou 7 58 4.8
Déc. 21.26268	4 37 33.9	8 32 47.8	8 32 43.6	0 48 47.0 + 13.7 — 15.0 ou 0 48 45.7	9 40 33.0 + 0.0 ou 9 40 33.0

EXPÉRIENCES

Sur l'analyse des graines céréales et légumineuses, pour servir à l'histoire de la germination et de la fermentation,

Par MM. Fourcroy et Vauquelin.

Lu en nivose an 13.

SUR LA FARINE DE FROMENT.

Un litre de cette farine a été délayé dans un litre d'eau où elle a macéré pendant six heures; la liqueur a été ensuite décantée et filtrée pour l'obtenir claire, ce qui est très-long et très-difficile. Enfin cette liqueur éclaircie ne rougit point la teinture de tournesol, ce qui prouve qu'elle ne contient point d'acide développé comme l'orge, et que celui qu'on y trouve après la fermentation s'y est formé de toutes pièces.

Cette liqueur précipite abondamment par l'infusion de noix de galle, par les acides minéraux, et sur-tout par l'acide muriatique oxigéné. Elle n'a point de couleur; sa saveur est douce et comme mucilagineuse; son odeur est semblable à celle du bled vert écrasé; elle mousse par l'agitation comme de l'eau de savon.

Elle ne précipite que très-légèrement par l'oxalate de potasse, en sorte qu'elle ne paroît contenir dans cet état que d'infiniment petites quantités de sels calcaires. L'eau de chaux ne la précipite pas, preuve qu'il n'y existe point de phosphate de potasse comme dans les fèves de marais, où M. de Saussure en a trouvé de grandes quantités, ce que nous avons nous-mêmes confirmé.

Comme le lavage de cette farine filtroit très-lentement, il tourna à l'acidité par la fermentation : exposé à la chaleur, il se troubla très-promptement; des flocons blancs jaunâtres s'en séparèrent lentement.

Ces flocons augmentèrent à mesure que l'évaporation faisoit des progrès. Lorsque cette liqueur fut réduite à environ un demi-litre, nous la filtrâmes de nouveau pour obtenir à part la substance coagulée que nous lavâmes avec de l'eau pure.

Nous fîmes évaporer encore une fois la liqueur filtrée dont la couleur étoit alors légèrement ambrée, et la saveur douce, peu sucrée, étoit analogue à celle de la pâte. Réduite à environ 3 onces, sa couleur étoit jaune d'or, sa saveur plus sucrée qu'auparavant, mais sensiblement acide et âcre; sa consistance étoit comme celle d'une forte dissolution de gomme arabique.

Pendant cette seconde évaporation, il se sépara encore des flocons jaunes, qui se formèrent à la surface de la liqueur sous forme de pellicules minces et flexibles. Il y avoit au fond de la capsule une croûte blanche, dure et croquante sous les dents, et qui avoit l'apparence d'un sel : c'étoit en effet du phosphate de chaux.

Cette liqueur ainsi épaissie ne se troubloit point par l'addition de l'eau; elle donnoit un léger précipité par les alcalis, lorsqu'on n'en ajoutoit pas au delà du point nécessaire pour saturer l'acide. La noix de galle y formoit sur-le-champ un précipité floconneux fort abondant. Les acides minéraux, et particulièrement l'acide muriatique oxigéné, la troubloient : l'oxalate d'ammoniaque y produisoit aussi un précipité abondant, qui avoit toute l'apparence de l'oxalate de chaux.

Cette liqueur mêlée à l'alcool s'est en quelque sorte coagulée en une matière blanche, gluante et comme membraneuse, qui paroissoit avoir de l'analogie avec le gluten.

Nous avons fait évaporer l'alcool qui avoit servi à l'opération précédente; il a laissé une petite quantité de matière jaune-rougeâtre, légèrement sucrée et acide.

Nous n'avons pas poussé plus loin l'examen de la matière dissoute par l'esprit de vin : nous reprendrons cet objet par la suite.

La substance coagulée par l'alcool étoit blanche et sèche, mais à mesure que l'alcool dont elle étoit imprégnée, s'est dissipé, elle s'est ramollie, a pris une couleur brune et demi-transparente : sa saveur étoit douce, mais nauséabonde. Enfin elle se dessèche de nouveau à l'air, devient dure, cassante et transparente comme de la colle forte. Ainsi desséchée, cette matière brûle en se boursouflant, et en répandant une fumée blanche, piquante et fétide : elle laisse beaucoup de charbon.

Des expériences rapportées ci-dessus, l'on peut conclure, 1°. qu'il y a dans la farine une substance qui se dissout assez abondamment dans l'eau froide, et lui donne la propriété de mousser par l'agitation, et la propriété de précipiter par la noix de galle, les acides minéraux, et particulièrement par l'acide muriatique oxigéné;

2°. Qu'une portion de cette substance se convertit promptement en acide, lequel se combine à la portion de la même matière non acidifiée, et dissout même celle qui reste dans le marc, ou qui est suspendue dans la liqueur;

3°. Que le phosphate de chaux qu'on trouve abondamment dans l'eau de froment fermentée avant la filtration, a été dissous par l'acide qui s'y développe, puisque l'eau, avant d'avoir subi cette altération, n'en donne pas de signes sensibles;

4°. Que cette substance a beaucoup d'analogie avec le gluten (1), et paroît être accompagné dans l'eau par une petite quantité de mucilage;

5°. Que la farine de froment ne contient que très-peu de matière sucrée, etc.

---

(1) Voyez ce qui a été dit sur le gluten, à l'article de cette substance.

SUR LE GLUTEN DE FROMENT.

Dissolution du gluten frais par l'eau froide.

Une petite quantité de gluten frais, lavé pendant long-temps avec de grandes quantités d'eau, et qu'on pouvoit conséquemment regarder comme très-pur, a été malaxée pendant long-temps dans une petite quantité d'eau distillée pure. Cette eau est devenue opaque, mais la matière qui la mettoit en cet état y étoit parfaitement suspendue, et ne se déposoit pas d'elle-même comme l'auroit fait l'amidon. Cependant par des filtrations réitérées on est parvenu à l'éclaircir, et dans cet état on l'a soumise aux essais suivans :

1°. Cette eau mousse par l'agitation comme une dissolution de gomme;

2°. Elle est précipitée par l'infusion de noix de galle en flocons jaunâtres;

3°. L'acide muriatique oxigéné la rend d'abord laiteuse, et y détermine quelque temps après des flocons blancs.

De ces expériences l'on peut conclure que le gluten du froment le plus frais et le plus pur que l'on puisse se procurer par les moyens connus est soluble dans l'eau froide, en quantité assez grande pour être sensible aux réactifs cités.

Coagulation du gluten dissous dans l'eau au moyen de la chaleur.

La dissolution du gluten dans l'eau, soumise à la chaleur de l'ébullition, se trouble au bout de quelques minutes, et dépose des flocons jaunâtres qui ne sont autre chose que du gluten coagulé par la chaleur.

Cependant dans cette opération la totalité du gluten n'est pas coagulée, il en reste une portion en dissolution malgré une longue ébullition.

Cette expérience prouve que le gluten est plus soluble dans l'eau froide que dans l'eau chaude. Elle peut servir aussi à expliquer les phénomènes que présentent les eaux de lavage des farines, et particulièrement ceux dont nous parlerons à l'article de la farine d'orge.

L'acide muriatique oxigéné paroît avoir une action très-vive sur le gluten; car, lorsqu'on met un morceau de cette substance dans l'acide muriatique oxigéné, elle se ramollit très-promptement, semble d'abord se dissoudre, et se coagule ensuite en flocons blancs-jaunâtres. Ces flocons blancs lavés conservent leur opacité tant qu'ils restent humides, mais, en se desséchant, ils deviennent transparens, et prennent une couleur verdâtre. Dans cet état, mis sur les charbons ardens, ils se boursouflent, et exhalent d'abord l'odeur de l'acide muriatique oxigéné, qui est suivie de celle qui est propre au gluten pur.

Dissolution du gluten dans le vinaigre.

Le gluten se dissout facilement et abondamment dans l'acide acétique, sur-tout quand celui-ci est concentré : la dissolution n'est jamais parfaitement claire, et néanmois le gluten ne s'en sépare pas. Il n'éprouve aucune altération dans cette combinaison ; car on peut l'en séparer, à l'aide des alcalis, au bout de plusieurs années, avec toutes ses propriétés.

Nous ne parlons ici de la dissolubilité du gluten dans le vinaigre qui est bien connue, que pour nous en servir à expliquer quelques phénomènes que nous ferons connoître par la suite.

Fermentation putride du gluten, exposé des phénomènes qu'il présente, et explication des changemens qu'il éprouve.

Le gluten mis avec de l'eau à 12 degrés, se ramollit en peu de temps; il se développe du gaz acide carbonique, qui divise et soulève le gluten à la surface du liquide; celui-ci contracte une odeur aigre et en même temps fétide; elle devient laiteuse et *inéclaircissable* par la filtration.

L'eau filtrée rougit fortement la teinture de tournesol : les acides simples la précipitent abondamment, mais une surabondance de ces menstrues redissolvent les précipités et rendent la liqueur claire. L'acide muriatique oxigéné l'éclaircit d'abord, et une plus grande quantité y forme un précipité très-volumineux. L'infusion de

noix de galle y occasionne aussi un dépôt considérable : les alcalis fixes caustiques en petite masse précipitent et redissolvent, mais un grand excès de ces substances trouble sans retour la liqueur, et en dégage des vapeurs d'ammoniaque; l'addition de l'eau rend la liqueur claire, ce qui prouve qu'il se forme entre les alcalis et la matière en dissolution dans l'eau, une combinaison qu'un excès d'alcali précipite.

Conversion du sucre en vinaigre par l'eau chargée de gluten.

Environ une livre de l'eau dans laquelle avoit séjourné du gluten, mêlée avec 3 onces de sucre blanc, ne l'a point fait fermenter; il ne s'est dégagé aucun gaz du mélange; mais il s'est formé de très-bon et très-fort vinaigre, et ce qu'il y a de plus remarquable, sans le contact de l'air.

Seconde période de la fermentation du même gluten avec de nouvelle eau.

Une seconde quantité d'eau mise sur le gluten dont nous venons de parler l'a fait fermenter comme la première fois, c'est-à-dire avec effervescence et formation d'acide; mais peu à peu cet acide s'affoiblit, et disparoît presqu'entiérement au bout de trois ou quatre jours.

Une dissolution de gluten qui avoit présenté ces phénomènes, qui ne contenoit presque plus d'acide libre, et qui commençoit à répandre une odeur fétide, a été soumise aux essais suivans :

1°. Elle rougissoit encore légèrement le tournesol, mais en même temps celui-ci y a formé un précipité assez abondant;

2°. L'ammoniaque occasionne dans cette eau de gluten un précipité blanc qu'un excès de cet alcali redissout; il reste cependant quelques flocons qui ne sont que du phosphate de chaux;

3°. Les acides et la noix de galle, sur-tout cette dernière, y forment des précipités très-abondans;

4°. L'oxalate d'ammoniaque y produit un trouble dont l'apparence est celle de l'oxalate de chaux;

5°. La potasse rend d'abord la liqueur claire, mais un excès de cette matière la trouble et en sépare de petites masses élastiques qui ressemblent beaucoup à du gluten; elle dégage en même temps de cette liqueur des vapeurs très-sensibles d'ammoniaque : en y ajoutant de l'eau, les petites masses se dissolvent et la liqueur redevient claire.

Troisième période de la fermentation du même gluten avec une nouvelle quantité d'eau.

Lorsque le gluten ne développe plus d'acide ou plutôt que l'ammoniaque qui se forme en même temps est suffisante pour le saturer, le gluten se colore, il prend et conserve pendant quelques jours une couleur purpurine; il se forme à la surface de l'eau une pellicule qui se teint aussi de la même nuance; l'odeur alors est très-fétide. La couleur purpurine se détruit à son tour, une couleur grise-noirâtre lui succède; l'odeur change

encore à cette époque ; elle devient semblable à celle des membranes muqueuses des animaux pourries dans l'eau.

L'eau dans laquelle cette décomposition s'est opérée est d'un gris-noirâtre, mais elle devient claire par la filtration : filtrée, elle brunit la dissolution d'argent, précipite celle du mercure au *minimum* en flocons noirs, et perd entièrement sa couleur avec ces substances; l'acide muriatique oxigéné la rend laiteuse, et en détruit complètement l'odeur ; la noix de galle n'y produit presque plus de précipité.

Examen du gluten pourri comme il a été dit ci-dessus.

Après avoir laissé pourrir pendant les mois de floréal, prairial et messidor de l'an 12, le gluten dont nous venons de parler, il avoit une couleur brune, avoit singulièrement diminué de volume et de masse, et n'avoit plus, ainsi que l'eau dans laquelle il avoit achevé de pourrir, que fort peu d'odeur fétide.

Cette substance séparée et mise à sécher s'est réduite en grumeaux, dont l'odeur ressembloit entièrement à celle du gras des cimétières ; elle se ramollisoit sous les doigts comme la cire ; elle se fondoit sur-le-champ sur les charbons ardens, et y brûloit avec une flamme alongée comme les graisses; elle ne laissoit que fort peu de charbon, lequel, en se consumant, laissoit un peu de terre blanche.

L'odeur que répandoit cette substance en brûlant étoit analogue à celledes graisses, elle en différoit cependant par quelque chose de fétide.

Cette matière traitée avec l'alcool s'y est en grande

partie dissoute, en lui communiquant une couleur brune. La portion qui ne s'y est pas dissoute avoit une couleur noirâtre ; elle n'avoit plus ni odeur ni saveur, elle étoit sèche et pulvérulente ; en un mot, elle ressembloit beaucoup à de la poussière de charbon.

Elle ne répandoit plus, en brûlant, d'odeur fétide et ammoniacale comme le gluten entier, mais, au contraire, une odeur piquante comme celle du bois ; elle ne donnoit plus de traces d'ammoniaque à la distillation ; son charbon brûloit aisément et laissoit une cendre d'un gris-rougeâtre, qui étoit composée de fer, de silice, et peu de quelqu'autre terre. Ainsi, il y a du fer et de la silice dans le gluten.

Réflexions sur le résidu du gluten pourri.

D'APRÈS les propriétés qu'a présentées le résidu du gluten pourri, il n'est pas douteux que cette substance ne se soit véritablement changée par la fermentation en une matière purement végétale surchargée de charbon.

Il est évident que cette altération s'est opérée principalement par la séparation de l'azote et de l'hydrogène, qui, en s'unissant, ont formé de l'ammoniaque ; et qu'à mesure que cette première combinaison a eu lieu, le carbone devenu plus abondant a donné naissance à de la graisse, en se combinant à de l'hydrogène ; qu'enfin, ce qui n'est pas entré dans la composition de l'ammoniaque, de l'acide carbonique, de la graisse et de l'eau, est resté combiné dans un état très-voisin de celui du corps ligneux.

SUR LA FARINE D'ORGE.

Un litre de cette farine mêlé avec un litre d'eau formant une bouillie un peu épaisse, gluante, et comme mucilagineuse; reposée pendant vingt-quatre heures, la farine s'est précipitée; la liqueur claire avoit une couleur ambrée; sa surface étoit d'un rouge-brun, effet dû à l'influence de l'air atmosphérique, car il commence par la surface et descend progressivement jusqu'au fond de la liqueur : on accélère cette altération par l'agitation dans l'air.

L'orge contient un acide tout formé que l'eau dissout par le simple lavage qu'on lui fait subir; la présence de cet acide n'est pas le produit de la fermentation ni d'aucune autre altération de la semence; car l'orge le plus sain, le mieux conservé, réduit en farine et lavé sur-le-champ, fournit cet acide, lequel rougit fortement le papier teint de tournesol : on examinera plus bas la nature de cet acide.

L'eau d'orge faite à froid contient une grande quantité de matière animale; elle y paroît plus abondante que dans l'eau de froment, ce qui n'est pas étonnant, parce que l'acide contenu dans l'orge peut dissoudre une certaine quantité de cette substance, que l'eau seule ne peut enlever au froment qui manque de cet acide.

Dès que l'acide a été enlevé par les premières lotions, l'eau qu'on passe ensuite sur l'orge ne peut plus être obtenue claire; elle est toujours laiteuse, et ne devient

limpide que par des filtrations répétées comme celle du froment; mais si l'on tire cette eau de dessus le marc et qu'on la laisse à part dans un vase, elle s'éclaircit et prend une couleur purpurine. Si alors on l'examine, on la trouve très-acide tant par les réactifs que par le goût, qui est en même temps nauséabond.

Cet acide se développe par la fermentation qu'éprouve une partie de la matière qui troubloit la transparence de l'eau, et à mesure qu'il se forme il dissout la substance échappée à la fermentation, ainsi que celle qui l'a éprouvée; de là il résulte que dans cette liquenr acide il y a deux espèces de matières, l'une qui donne naissance à l'acide, l'autre qui se dissout dans cet acide, et de là l'éclaircissement de la liqueur.

Les derniers lavages de l'orge ne contiennent plus de sucre, ou au moins n'en donnent aucune marque, cependant ils passent facilement à la fermentation acéteuse; ainsi les matières sucrées et alcooliques ne sont pas les seules qui peuvent fournir du vinaigre.

Ces derniers lavages de l'orge éclaircis par la fermentation ont produit avec les réactifs les effets suivans: 1°. ils sont précipités en purpurin par l'infusion de noix de galle; 2°. en blanc par les acides minéraux, et particulièrement par l'acide muriatique oxigéné; 3°. de la même couleur par les alcalis, mais un excès de ces derniers étendus d'eau redissolvant le précipité; enfin ils sont précipités en vert par le prussiate de potasse.

Il paroît que la matière qui trouble ainsi l'eau avec

laquelle on a lavé la farine d'orge, est semblable ou tout au moins fort analogue au gluten du froment.

L'on entrevoit, d'après les phénomènes que présentent les lavages de l'orge, la cause pour laquelle il arrive souvent qu'en été la bière ne peut pas s'éclaircir, effet que les brasseurs attribuent aux eaux.

Aussitôt que les lavages de l'orge exposés au feu ont acquis 60 degrés de chaleur, ils se troublent, des flocons nombreux s'y forment; la matière coagulée a une couleur grise-jaunâtre qui devient brune par la dessication : elle a une grande disposition à moisir.

La liqueur filtrée fournit par l'évaporation des pellicules rouges-brunes qui, en se précipitant successivement, forment dans la liqueur de nouveaux flocons.

La matière qui se coagule au commencement, et celle qui se dépose par les progrès de l'évaporation, fournissent par la combustion une assez grande quantité de phosphates de chaux et de magnésie, un quinzième environ.

Soupçonnant que cette substance étoit le principe de la fermentation, nous en avons mêlé avec des dissolutions de sucre saturées à différens degrés; mais ces mélanges n'ont présenté aucun phénomène propre à cette opération naturelle. Il paroît d'après cela que si cette matière est le principe de la fermentation, il a subi un changement quelconque par la chaleur.

Il faut remarquer que les eaux d'orge, avant d'être soumises à l'évaporation, avoient déja éprouvé un léger commencement de fermentation qui peut avoir changé

la nature de la matière fermentative. Espérant au moins que la liqueur réduite à la consistance d'un sirop dont la saveur indiquoit certainement la présence du sucre, et dans laquelle les réactifs chimiques montroient encore une grande quantité de matière végéto-animale, contiendroit ce principe dans un état propre encore à la fermentation, nous en avons mêlé aussi avec du sucre et de l'eau en différentes proportions, mais elle n'a pas produit plus de fermentation que les précipités formés dans cette liqueur.

Nous avons également mêlé le sirop d'orge avec trois ou quatre parties d'eau, et nous n'avons pas eu plus de succès; cependant au bout de quatre jours ces mélanges ont commencé à donner des signes de fermentation, et un peu d'acide pendant plusieurs jours.

Sept à huit jours après que nous eûmes fait ces mélanges des précipités avec du sucre et de l'eau, nous les trouvâmes très-acides, quoique encore un peu sucrés, mais point du tout spiritueux; il est possible que les précipités de l'eau d'orge, quoique lavés, pussent encore retenir quelques traces d'acide : mais nous nous sommes aperçus, à n'en point douter, que l'intensité de cet acide s'étoit singulièrement accrue; au moins le goût et les réactifs l'annonçoient clairement. Quelle est celle des substances existantes dans ces mélanges qui a ainsi donné naissance à l'acide? Quoiqu'on ne puisse répondre à cette question que par l'analyse de la matière, l'on peut cependant raisonnablement supposer que l'une et l'autre y ont contribué. D'abord, il me semble que la petite masse de matière

végéto-animale n'auroit pas suffi seule pour former la quantité considérable d'acide obtenu. Si la chose avoit eu lieu, ainsi que nous le supposons, il en résulteroit que le sucre peut se convertir en vinaigre sans le contact de l'air, et sans avoir passé préalablement à la fermentation spiritueuse. D'une autre part, nous nous sommes assurés que la quantité du sucre avoit beaucoup diminué, quoiqu'il en restât des traces sensibles. Il restoit aussi dans ce vinaigre une assez grande quantité de matière végéto-animale, dont une partie étoit sous forme de flocons séparés, et l'autre en combinaison avec la liqueur, à laquelle elle donnoit de l'opacité et une certaine viscosité qui rendoit difficile sa filtration au papier *Joseph*.

Les lavages de l'orge épaissis en forme de sirop, comme nous l'avons dit plus haut, avoient une couleur brune, une saveur sucrée et acide : l'infusion de noix de galle, l'acide muriatique oxigéné, et même les alcalis en précipitoient abondamment une matière floconneuse.

L'alcool précipitoit aussi abondamment de ce sirop une matière brune qui a fourni beaucoup de phosphate de chaux par la combustion, à peu près comme les pellicules dont nous avons parlé plus haut.

On explique d'après ce qui a été exposé plus haut pourquoi les vinaigres de grains, de cidres, etc. ont une saveur moins agréable que le vinaigre de vin, et pourquoi ils se décomposent plus facilement que ce dernier, dans les temps chauds sur-tout, quand ils ne sont pas forts.

C'est cette matière beaucoup plus abondante dans le

moût de grain et dans le vesou de pommes et poires que dans le moût de raisin qui reste en dissolution dans les vinaigres qui en proviennent, et qui en opère la décomposition. On rend aussi raison, d'après cela, des précipités que la noix de galle, l'ammoniaque, l'acide muriatique oxigéné forment dans les vinaigres de grains, de cidre, tandis qu'ils n'en produisent point, ou au moins très-peu, dans ceux de vin et de quelques fruits.

Il faut donc, pour que les vinaigres de grains puissent se conserver, qu'ils soient suffisamment concentrés, afin que la matière végéto-animale ne se décompose pas, et n'entraîne pas la destruction du vinaigre auquel elle sert de ferment.

Après avoir épuisé la farine d'orge autant qu'il a été possible par des lavages multipliés par l'eau froide, nous la mîmes en digestion avec l'alcool pendant quelques jours : en distillant ensuite l'alcool, nous obtînmes un résidu qui avoit toutes les propriétés d'une huile épaisse, de couleur rouge-brune, d'une saveur âcre et d'une odeur particulière. L'alcool séparé de cette huile par la distillation jouissoit de la même saveur et de la même odeur, sur-tout quand il étoit étendu d'eau. Cette odeur et cette saveur étoient absolument les mêmes que celles des eaux-de-vie de grains : delà il est probable que ces liqueurs doivent les mauvaises qualités qui les distinguent à la présence d'une petite quantité de cette matière grasse qui s'élève avec l'alcool.

Cette première découverte peut éclairer sur les moyens qu'il faudroit employer pour débarrasser les eaux-de-vie

de grain de cette substance âcre et de sa graisse : c'est sur quoi nous reviendrons par la suite à l'article *Fermentation de l'orge.*

Comme nous avions employé pour cette opération de la farine brute, et qui avoit subi un commencement de fermentation pendant les lavages à l'eau, nous ignorions si la substance huileuse existoit toute formée dans l'orge et dans quelle partie de cette semence, ou si même elle ne s'étoit pas développée pendant la fermentation. Mais depuis nous l'avons trouvée dans la farine d'orge blutée et nouvelle, et aussi dans le son, même plus abondamment que dans la farine isolée.

Si cette huile existe réellement en plus grande abondance dans l'écorce, ainsi que plusieurs expériences l'ont montré jusqu'ici, l'on peut rendre raison de la plus grande âcreté de l'eau d'orge non mondé, et de la raison pour laquelle les médecins font toujours jeter la première décoction de cette semence, qui est en effet beaucoup plus âcre que les secondes, etc.

On reviendra par la suite sur l'influence que cette huile exerce dans les préparations que l'on fait avec la farine d'orge.

D'après ce qui a été dit sur l'orge, l'on voit que cette semence est formée 1°. d'amidon; 2°. d'une substance végéto-animale en assez grande quantité; 3°. d'une huile verte et âcre qui s'unit aux alcalis et forme de bon savon; 4°. d'un acide acétique, répandu ainsi que l'huile dans toutes les parties de la graine; 5°. de sucre; 6°. de phosphates de chaux, de magnésie et de fer. On

donnera à l'article fermentation les proportions de quelques-unes de ces substances; savoir, de l'amidon, du sucre et de l'huile.

Réflexions.

On dit qu'il est difficile, quelques-uns même assurent qu'il est impossible de fabriquer de l'eau-de-vie avec de l'orge seul, par la raison, ajoutent-ils, qu'il passe trop promptement à l'acidité.

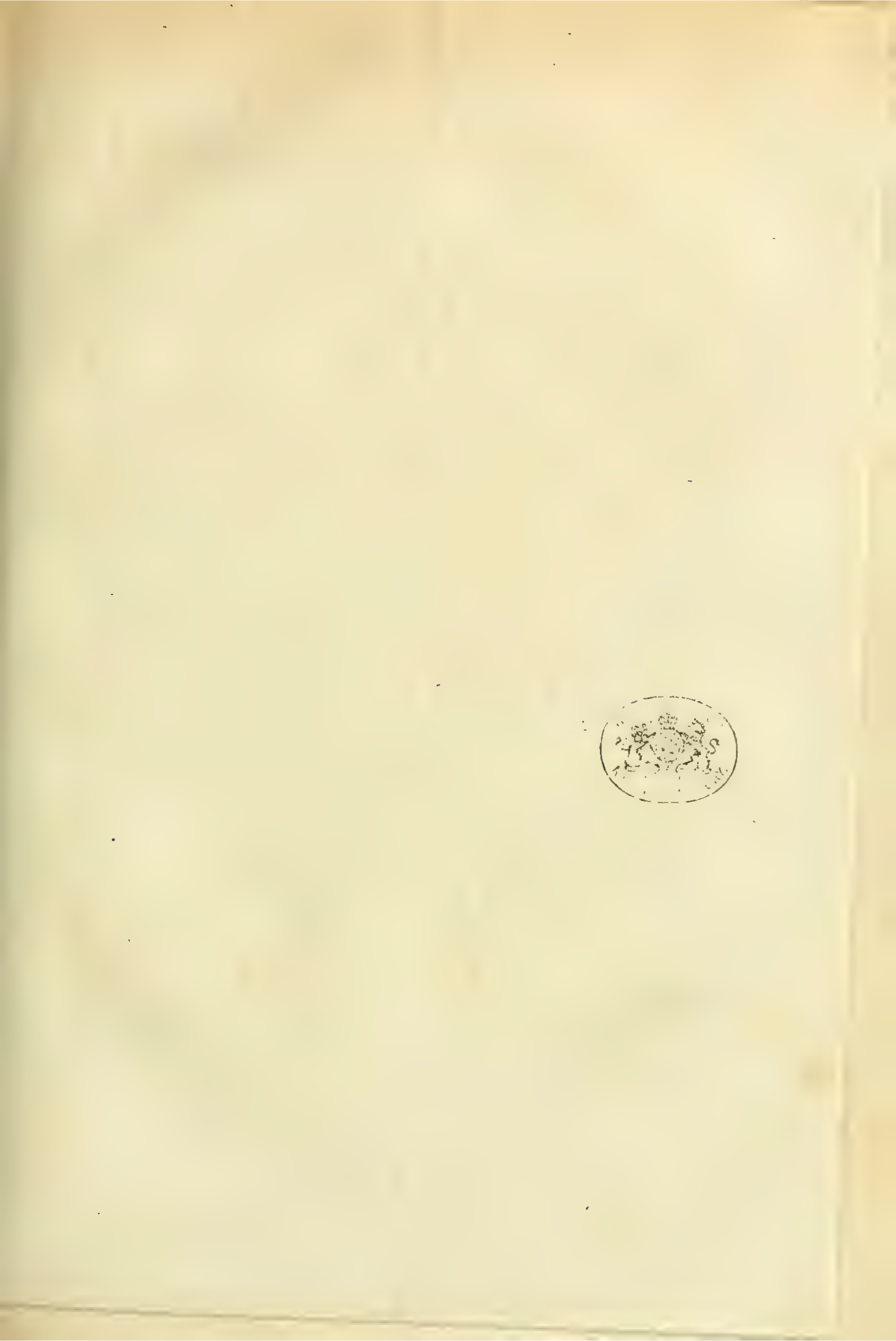
Cette assertion n'est pas vraie, mais en supposant qu'elle ait quelque chose de réel, cela seroit-il dû à la présence de l'acide qui existe naturellement dans l'orge, et à la plus grande quantité de matière végéto-animale que cet acide dissout?

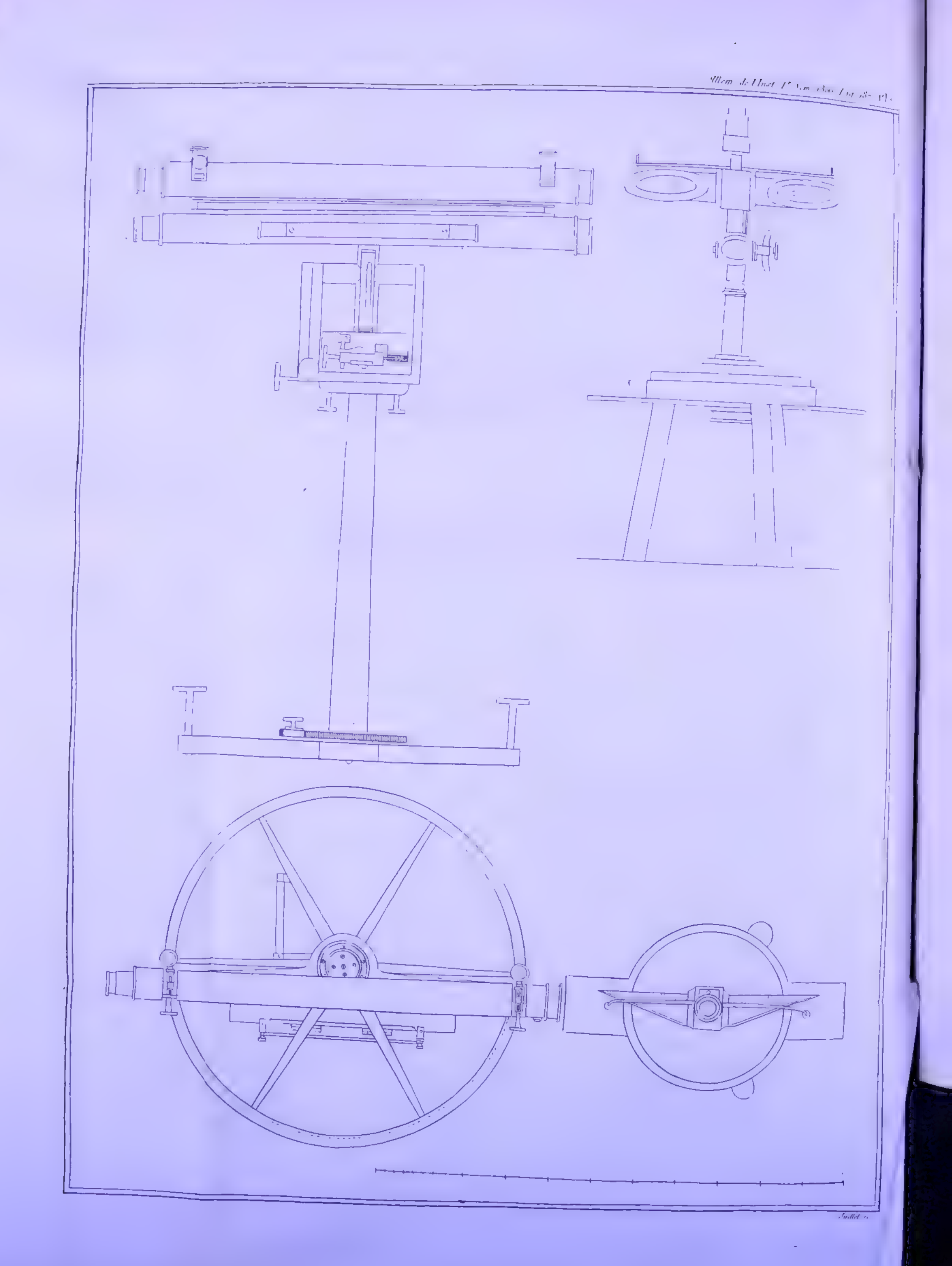
Pour éviter cet effet, dans le nord, on ajoute toujours à l'orge une certaine quantité de seigle ou de froment, et quelquefois les deux ensemble.

Il est encore plus difficile de fabriquer de l'eau-de-vie avec du froment seul, parce qu'il ne fermente pas assez promptement, et qu'à mesure que la petite quantité d'alcool qu'il donne, se forme, il se convertit en vinaigre.

Tous ces effets sont singuliérement modifiés par la quantité d'eau et la température.

Les lavages de l'orge et du froment, sur-tout quand ils sont faits à petite eau, ont une saveur sensiblement sucrée; mais dès qu'ils ont bouilli un instant, ils perdent entièrement cette saveur, et ne la reprennent que quand ils ont été concentrés par l'évaporation. Il en





est de même pour les jus sucrés des racines, ainsi que l'ont remarqué plusieurs chimistes.

Il paroît que l'amidon est en partie détruit par la germination des graines céréales, et se dissout dans l'eau chaude avec laquelle on brasse leur farine; car on n'en retrouve que peu dans le marc ou drèche des brasseurs.

Plusieurs expériences anciennes (Gren) semblent prouver que les farines des graines céréales germées ou non germées fournissent plus d'alcool, que les lavages de ces farines, quoiqu'il soit probable que par ce moyen tout le sucre ait été enlevé. Si cela est exact, il en résulte qu'il y a autre chose que le sucre, dans ces substances, qui est susceptible de produire de l'alcool. Cette question sera décidée sans équivoque à l'article *Fermentation de l'orge.*

SUR L'HUILE DE L'ORGE.

CENT grammes de farine d'orge furent mis, comme il a été dit ailleurs, pendant trente heures en macération avec de l'alcool : la liqueur prit une couleur jaune-d'or, une saveur et une odeur âcres, semblables à celles des eaux-de-vie de grain. Cet alcool se troubloit fortement par l'eau, et devenoit laiteux comme une dissolution de résine; son odeur se développoit encore beaucoup plus par son mélange avec l'eau.

Cet alcool étendu de parties égales d'eau ne rougissoit point la teinture de tournesol, soit que l'orge ne fût

point acide, soit que l'alcool n'ait pas la propriété de dissoudre celui qui peut y être contenu : ce doute sera éclairci plus bas.

Après avoir lavé deux fois l'orge au moyen de l'alcool, il a été lavé quatre fois avec de l'eau, et aucun de ces lavages n'étoit acide. On a remarqué que pendant le mélange de la première eau avec l'orge, où il restoit encore une certaine quantité d'alcool, il s'est développé de la chaleur, et que la farine a semblé se coaguler; au moins elle s'est réduite en flocons séparés et distans.

Les différens lavages de l'orge étoient précipités par la noix de galle, l'acide muriatique oxigéné, l'acétate de plomb, etc.; ce qui prouve qu'ils contenoient une matière végéto-animale que l'action de l'alcool n'avoit point rendue insoluble dans l'eau.

Il paroît, d'après ce qui a été exposé plus haut, qu'il y a des espèces d'orges qui ne sont point acides.

Les quatre lavages de l'orge ayant été réunis, on les a abandonnés à la fermentation; ils ont bientôt tourné à l'accescence, et le vinaigre qu'ils ont fourni avoit une odeur et une saveur excellentes, quoique foibles. Mais il faut remarquer que le marc de l'orge retenoit encore une certaine quantité d'alcool lorsqu'on a fait le lavage à l'eau, et que cet alcool est sans doute la cause de l'excellence du vinaigre.

L'alcool dont il a été parlé plus haut, et qui avoit séjourné pendant trente heures sur la farine d'orge, fut soumis à la distillation : lorsqu'il ne resta plus qu'en-

viron 30 grammes de cette liqueur dans la cornue, l'on aperçut des gouttes d'huile jaune et transparente s'en séparer; alors on cessa la distillation: on mit l'alcool qui avoit passé dans un vase à part pour l'examiner, et après avoir versé dans une capsule ce qui restoit dans la cornue, on continua l'évaporation jusqu'à ce qu'il ne restât plus d'humidité. Cette huile ainsi séparée de l'alcool et de l'humidité, avoit une couleur jaune-brunâtre; son odeur étoit peu sensible, mais sa saveur étoit extrêmement âcre, et laissoit à la longue, dans la bouche, une impression semblable à celle des eaux-de-vie de grain. Cette huile a pris, en refroidissant, la consistance d'un beurre mou : elle pesoit 8 grammes.

Soupçonnant que cette matière étoit mêlée de parties sucrées, on l'a lavée avec l'eau tiède; l'eau a, en effet, pris une légère couleur jaune, et une saveur sucrée très-sensible, mais il paroît que le sucre avoit favorisé la dissolution d'une petite quantité d'huile; car la liqueur avoit une saveur âcre et désagréable.

Après avoir séparé de l'orge l'huile et le sucre, sur les propriétés desquels il sera donné quelques détails par la suite, on a enveloppé le marc de la farine dans un linge fin, et on l'a lavé pour en faire sortir tout l'amidon par le mouvement dans l'eau; ce qui a très-bien réussi. Lorsqu'en agitant et en maniant le linge, l'eau ne se troubloit plus, ou au moins que très-légèrement, la matière restée dans le linge avoit une couleur grise, une forme floconneuse, et formoit par la pression une pâte légèrement élastique dont la saveur

étoit nulle. Cette substance se ramollit, devient transparente et se dissout dans le vinaigre : sa dissolution est précipitée par la noix de galle, l'acétate de plomb, etc. : soumise à la distillation, elle a fourni beaucoup d'huile épaisse, et de l'ammoniaque en partie unie à l'acide carbonique, et en partie à l'acide acétique. Elle a donné aussi une assez grande quantité d'eau roussâtre, dans laquelle de l'huile étoit tenue en dissolution par l'ammoniaque à l'état de savon.

Le charbon fourni par cette substance a donné, après l'incinération, une cendre blanche dont une partie a été dissoute par l'acide nitrique, et une autre est restée sous forme de flocons grisâtres : c'étoit de la silice.

Celle qui a été dissoute par l'acide nitrique étoit formée de phosphate de chaux, de phosphate de magnésie, d'une petite quantité de chaux libre et de fer. D'après les propriétés qu'on vient d'exposer, il est évident que la matière qui en jouit a beaucoup d'analogie avec les matières animales, et est probablement une espèce de gluten, mêlé avec du son; car la farine sur laquelle on a opéré n'avoit pas été blutée.

L'orge contient, d'après ce qui a été dit plus haut,

1°. Une huile;

2°. De la matière sucrée;

3°. De l'amidon en grande quantité;

4°. Une matière animale dont une partie se dissout pendant les lavages;

5°. Des phosphates, de la silice et du fer;

6°. Un acide, au moins le plus souvent.

On a fait macérer à froid, pendant trois jours, six livres d'orge non germé, moulu avec six pintes d'alcool rectifié, dans l'intention d'en extraire le sucre et d'en connoître la quantité; on a filtré la liqueur dont la couleur étoit jaune-d'or, on a remis sur le marc trois pintes de nouvel alcool semblable au premier; celui-ci prit aussi une couleur jaune, moins intense que celle de la première.

Ces deux quantités d'alcool réunies furent soumises à la distillation pour obtenir à part les matières qu'elles avoient enlevées à l'orge : quand les trois quarts environ de l'alcool furent distillés, on aperçut une substance liquide d'un jaune-brun qui se séparoit du restant de l'alcool, et se précipitoit au fond.

Avant que la totalité de l'alcool ne fût évaporée, on versa tout ce que contenoit la cornue dans une capsule, et on évapora jusqu'à siccité à une douce chaleur; alors pour séparer la matière sucrée qui devoit se trouver mêlée avec les autres corps dissous par l'alcool, on fit bouillir le résidu avec de l'eau distillée; celle-ci, en se chargeant du sucre et des autres substances susceptibles de s'y dissoudre, prit une couleur brune et une saveur sucrée; quand elle ne parut plus rien dissoudre, on fit sécher le résidu à une très-douce chaleur : ce résidu pésoit 26 grammes; il avoit la consistance du miel, une couleur jaune-verdâtre, une saveur et une odeur âcre et rance.

Il s'est formé à la longue, dans cette huile, beaucoup de petites concrétions qui lui donnoient l'apparence de

l'huile d'olive figée. Mise sur une plaque de fer légèrement rouge, cette matière s'élève en fumées qui ont l'odeur de l'huile en vapeurs, et elle ne laisse presque rien sur le fer.

Elle brûle à la manière des huiles grasses dont elle paroît se rapprocher beaucoup; elle s'unit facilement aux alcalis fixes, et forme, par ces combinaisons, des savons très-solubles, consistans, et dont la solution mousse beaucoup par l'agitation.

Cette huile, sur les propriétés de laquelle on reviendra plus bas et qui existe, comme on l'a vu ci-dessus, dans le rapport d'un centième dans l'orge, est sans doute la cause de la mauvaise qualité du pain d'orge qui, comme on sait, a servi de comparaison pour exprimer au moral la grossièreté du caractère. On reconnoît, en effet, facilement dans le pain d'orge l'âcreté et la rancidité de cette huile. Il n'est pas douteux que ce ne soit aussi cette huile qui communique aux alcools de grain, pour la fabrication desquels on emploie toujours de l'orge, la mauvaise saveur et la mauvaise odeur qui les distinguent des autres alcools.

En faisant chauffer cette huile pour en séparer l'humidité, il s'est précipité une certaine quantité de matière brune sous forme de grumeaux, qui s'est singulièrement durcie par la dessiccation, et est devenue cassante comme une espèce de gluten.

Cette matière sèche et cassante est peu soluble dans l'alcool, et encore moins dans l'eau, seulement elle s'y ramollit, y devient pâteuse et gluante : exposée à la

chaleur, elle se ramollit, se boursoufle et reprend l'odeur de la corne brûlée.

Il paroît qu'elle est de la nature du gluten, ou peut-être de la levure; elle fournit de l'huile épaisse et de l'ammoniaque à la distillation : cette substance s'est sans doute dissoute dans l'alcool, à la faveur du sucre et de l'humidité, naturellement contenus dans l'orge.

Orge germé et alcool.

On a fait digérer à froid 3 kilogrammes d'orge germé et moulu, pendant trois jours, avec six litres d'alcool rectifié.

Les phénomènes ont été les mêmes que dans l'expérience sur l'orge non germé. La quantité d'huile obtenue dans cette opération étoit de 33 grammes, un peu plus d'un centième : celle du sucre a été estimée ailleurs. Les six livres d'orge furent réduites à 27 hectogrammes, et cependant l'huile et le sucre ne pesoient ensemble que 1 hectogramme 17 centièmes, ce qui donne une perte de 1 hectogramme 83 centièmes, due vraisemblablement à de l'humidité contenue dans l'orge, et qui n'existoit plus dans le résidu sec.

Il résulte de cette expérience que l'orge germé contient autant d'huile que celui qui ne l'a pas été.

SUR LES FÈVES DE MARAIS.

Une infusion de farine de fèves de marais parfaitement claire fut mise dans un flacon qui en étoit entièrement plein; au bout de quelques jours elle se troubla

et devint comme du lait ; le dépôt se fit bientôt après et la liqueur s'éclaircit parfaitement.

Cette eau resta dans la bouteille depuis le 17 floréal jusqu'au 8 prairial, sans qu'il s'en soit dégagé une seule bulle de gaz. A cette époque la liqueur fut filtrée ; elle avoit une saveur légèrement acide, et celle encore très-reconnoissable des fèves de marais ; elle rougissoit la teinture de tournesol, et précipitoit l'eau de chaux en flocons transparens.

L'oxalate d'ammoniaque y forme un précipité abondant, et l'ammoniaque seule y occasionne aussi un léger précipité floconneux; la noix de galle, un précipité opaque qui prend à la longue une couleur de lie de vin ; les nitrates de mercure et d'argent, des précipités blancs-jaunâtres; enfin le prussiate de potasse, un précipité vert qui devient bleu à la longue : cette eau contient donc du fer.

Comme l'eau des fèves de marais avoit passé à l'acide sans le contact de l'air, et qu'il y a beaucoup d'apparence que cet acide est le vinaigre, il s'ensuit que l'acétification peut avoir lieu jusqu'à un certain point sans le contact de l'air ; ce qui est cependant contraire à l'opinion reçue jusqu'à présent.

Le précipité formé spontanément dans l'eau de fèves de marais devient transparent par la dessiccation, et brûle absolument comme de la corne ou la partie caséeuse du lait.

Une autre quantité d'eau de fèves de marais a été mise dans un grand flacon, dont les trois quarts sont

restés pleins d'air ; les mêmes phénomènes qui ont été décrits plus haut ont eu également lieu ici, avec cette différence que le volume de l'air avoit diminué ; ce qui indique qu'une portion avoit été absorbée. Au bout du même temps on a filtré la liqueur ; elle avoit déja contracté une odeur légèrement putride ; elle n'étoit point acide comme la première, mais elle étoit précipitée par l'eau de chaux, l'infusion de noix de galle, l'acide muriatique oxigéné, etc.

L'air qui avoit resté en contact avec l'eau de fèves de marais contenoit environ un cinquième d'acide carbonique, et le reste étoit composé de 2 centièmes et demi de gaz oxigène, et de 97 et demi d'azote.

Le précipité formé dans l'eau de fèves de marais par l'eau de chaux étoit purpurin, mais il est devenu noir en se desséchant.

Il donne, en brûlant, de l'ammoniaque et laisse une cendre grise qui se dissout avec une légère effervescence dans l'acide muriatique : la dissolution de cette cendre est précipitée en flocons gélatineux par l'ammoniaque, et en bleu par le prussiate de potasse ; ce précipité est donc composé d'une matière animale, de phosphate de chaux et de phosphate de fer ; il paroît donc qu'elle contient du phosphate alcalin, ainsi que M. de Saussure fils l'a indiqué.

Soixante - seize grammes de fèves de marais ont été brûlées dans un creuset de platine jusqu'à ce qu'elles aient été réduites en cendres grises : ces cendres avoient une saveur alcaline et même caustique ; leur lessive

évaporée a laissé une matière blanche très-caustique qui attiroit l'humidité de l'air, et qui s'est dissoute dans l'acide nitrique avec effervescence : la combinaison évaporée a donné du nitrate de potasse dont le poids étoit d'un gramme 85 centimes. Ce sel ayant été dissous dans l'eau, ainsi que l'eau-mère où il s'étoit formé, on y a mêlé de l'eau de chaux qui a fourni un précipité très-abondant, demi-transparent et gélatineux, lequel, après avoir été desséché, pesoit 60 centigrammes : c'étoit du phosphate de chaux très-pur.

La partie de la cendre que l'eau n'avoit pas dissoute a été traitée par l'acide nitrique : la liqueur filtrée a donné par l'addition de l'ammoniaque un précipité floconneux qui est devenu grenu et demi-transparent quelques instans après ; ce précipité étoit un mélange de phosphates de chaux, de magnésie et de fer. Les portions de charbon qui n'ont pas été dissoutes par l'acide nitrique ont été brûlées, elles ont encore fourni 11 centigrammes de cendre semblable à la première, seulement elle contenoit plus de fer. Outre l'amidon et la matière animale les fèves de marais contiennent des phosphates de chaux, de magnésie, de fer, de potasse et de la potasse libre.

Les peaux des fèves de marais contiennent du tannin en assez grande quantité ; il en sera parlé ailleurs.

Réflexions.

La grande quantité de matière animale que contiennent les fèves de marais, explique pourquoi elles pas-

sent si promptement à la putréfaction, et répandent une odeur aussi infecte; elle donne aussi la raison pour laquelle ces semences sont si nourrisantes, et peuvent en quelque sorte remplacer la viande fraîche.

L'on voit aussi pourquoi ces graines, lorsqu'elles sont cuites avec leur écorce sur-tout, tournent moins promptement à la putréfaction; c'est que la matière animale étant cuite se conserve plus long-temps, et que le tannin lui sert encore de préservatif.

On trouve donc dans ces semences, aliment, condiment, matière propre à entretenir la couleur du sang, et réparer la perte des os (1).

SUR LES LENTILLES.

Cinquante grammes de farine de lentilles mis en macération avec un litre d'eau, ont répandu une odeur forte qu'on connoît dans cette semence verte. Cette liqueur filtrée une heure après a d'abord passé un peu laiteuse, mais en la remettant sur le filtre elle s'est éclaircie.

Elle avoit une saveur fade et nauséabonde, ne rougissoit pas la teinture de tournesol, mais précipitoit abondamment l'infusion de noix de galle, et l'acide muriatique oxigéné; la dissolution de sulfate de fer y forme aussi un précipité abondant de couleur grisâtre; l'eau de chaux la rend laiteuse, mais n'y détermine pas de précipité, au moins sur-le-champ; l'infusion de

(1) Les fèves de marais ne contiennent pas sensiblement de sucre.

lentilles se trouble d'elle-même très-promptement, et prend un aspect laiteux : cet effet a lieu en moins de dix heures dans un air à 15 degrés de chaleur.

Les alcalis lui rendent sa limpidité en lui communiquant une couleur jaune : les acides produisent le même effet, mais un excès de ces derniers y occasionne un précipité floconneux très-abondant.

Ces phénomènes peuvent faire penser que la matière qui trouble ainsi la liqueur y étoit tenue en dissolution par un alcali, lequel, en se saturant de l'acide développé par la fermentation, laisse précipiter cette matière : c'est un soupçon à vérifier.

Par la chaleur de l'ébullition, l'infusion de farine de lentilles mousse comme une eau de savon, et se coagule en flocons blancs comme l'albumine. Cette eau ainsi coagulée et filtrée est encore précipitée par les mêmes réactifs, mais moins abondamment qu'avant; ce qui prouve que la chaleur n'a séparé qu'une partie de la matière qui jouit de ces propriétés.

Le 17 floréal nous remplîmes un flacon de l'infusion de lentilles qui s'étoit déja troublée spontanément, et nous plaçâmes sur ce flacon un tube pour savoir s'il se dégageroit quelque gaz, et si la liqueur deviendroit acide, ou si enfin elle éprouveroit quelque autre altération.

Le même jour nous mîmes de la même liqueur dans un autre flacon, mais dont les trois quarts demeurèrent vides, et sur lequel nous plaçâmes aussi un tube pour savoir si le volume augmenteroit ou diminueroit.

Quelques heures après que ces liqueurs furent mises

dans les appareils dont on vient de parler, elles s'éclaircirent, et la substance qui les troubloit se déposa sous la forme de flocons blancs au bout de deux jours (température 12 degrés); ces liqueurs ne présentoient aucun phénomène qui annonçât un changement dans leur état; au moins il ne se manifesta aucune effervescence, il n'en sortit aucun gaz, et l'air ne diminua point de volume.

Les deux liqueurs avoient passé à une légère fermentation, et l'air du second appareil contenoit une petite quantité d'acide carbonique : cette expérience n'a pas été poussée plus loin.

Nous avons dit plus haut qu'ayant mêlé de l'eau de chaux à une portion de l'infusion des lentilles, le mélange se troubla, devint laiteux, mais ne forma point de précipité, tandis que la même infusion en donna spontanément un considérable; cependant au bout de trois ou quatre jours il s'en forma aussi un dans celle-ci. Cette différence provient, sans doute, de ce que, par sa présence, la chaux aura retardé la fermentation acide de la liqueur, ou que sans s'y opposer, elle aura absorbé l'acide à mesure qu'il se sera formé, et empêché ainsi la matière animale de se précipiter; mais enfin lorsque la chaux aura été saturée par l'acide, le phénomène aura eu lieu.

La chaux avoit été mêlée à cette liqueur dans l'intention de savoir si elle contenoit du phosphate de potasse ou autre.

Action de l'alcool sur les lentilles.

Cinquante grammes de farine grossière de lentilles ont été mis en digestion avec sept à huit fois leur poids d'alcool bien déflegmé; au bout de quelques instans l'alcool prit une couleur jaune-verdâtre, une saveur amère et âcre; deux jours après, le premier alcool fut décanté, et de nouvelles quantités furent mises sur le marc jusqu'à ce qu'elles ne se colorassent plus. Les liqueurs réunies soumises à la distillation fournirent un alcool sans couleur, mais d'une odeur de vanille très-prononcée, et reconnoissable pour tout le monde. Cette odeur se perdit par l'addition de l'eau, et se transforma en une autre très-désagréable.

Le résidu contenu dans la cornue avoit une couleur verte-jaunâtre, une huile verte un peu consistante nageoit à la surface de la liqueur. Cette liqueur qui contenoit encore un peu d'alcool étoit épaisse, gluante, ayant une saveur rance et âcre, l'odeur du savon, et se troublant par l'addition de l'eau. Cette liqueur se caillebotoit par les acides et par l'eau de chaux comme une dissolution de savon.

Pour savoir si, en effet, elle contenoit véritablement du savon, je la décomposai par l'acide sulfurique, qui forma sur-le-champ un précipité floconneux, dont les parties en se rassemblant formèrent bientôt une couche huileuse de couleur verdâtre, d'une saveur rance, et d'une odeur qui avoit quelque analogie avec celle de l'onguent *populeum*.

La liqueur filtrée et évaporée avec ménagement a donné un résidu noir, acide, qui paroissoit contenir quelque chose de salin; mais quand il a été desséché, il y en avoit si peu qu'il n'a pas été possible d'en reconnoître la nature : il faudroit faire cette expérience plus en grand.

50 grammes de lentilles entières et munies de leurs enveloppes ont été mises en macération dans 100 grammes d'eau : au bout de vingt-quatre heures l'eau avoit acquis une légère teinte jaune-verdâtre, une saveur astringente, accompagnée de l'odeur des semences légumineuses.

Cette eau précipitoit abondamment la solution de colle forte, l'eau de froment et d'orge en flocons blancs : elle précipitoit abondamment aussi le sulfate de fer en très-beau bleu, et l'acétate de plomb en blanc-jaunâtre.

Elle ne rougissoit pas la teinture de tournesol, ce qui prouve que la substance qui précipite le fer en bleu n'est pas l'acide gallique, mais du tannin; ce que confirme d'ailleurs la précipitation de la colle forte.

Après avoir séparé l'eau qui avoit séjourné pendant vingt-quatre heures sur les lentilles, on les dépouilla de leurs enveloppes, et on les remit séparément dans l'eau pour savoir si elles contenoient du tannin dans leur propre substance, mais elles n'en offrirent pas la plus légère trace; ce qui démontre que cette substance est exclusivement contenue dans les enveloppes.

Quand on eut épuisé les enveloppes de lentilles par l'eau, on les fit macérer avec de l'alcool; celui-ci prit bientôt une couleur verte-jaunâtre très-agréable.

Pendant l'évaporation spontanée de l'alcool il se déposa des flocons verts, et l'alcool laissa sur les parois de la capsule un enduit vert. Outre cette matière verte, l'alcool contenoit du tannin, car il noircissoit légèrement la dissolution de fer.

Après avoir enlevé aux enveloppes de lentilles tout ce qu'elles ont de soluble dans l'eau et dans l'alcool, elles étoient blanches, sèches et arides comme du parchemin : soumises à la distillation, elles fournirent une assez grande quantité d'huile dont l'odeur et la saveur avoient la plus grande analogie avec la fumée de tabac : le flegme étoit acide, mais la potasse y développoit de l'ammoniaque.

Réflexions.

Il est évident par ce qui précède sur les lentilles que cette graine contient, comme toutes les autres, à ce qu'il paroît, une substance animale, ou dont au moins les caractères sont tels ; que cette substance se dissout dans l'eau aussitôt qu'elle est en contact avec elle, et que sa dissolution n'est ni acide ni alcaline. De quelle nature particulière est cette substance ? il n'y a pas d'apparence que ce soit du gluten, car quand il est frais, celui-ci ne se dissout pas aussi abondamment ; il n'est guère plus probable que ce soit de la levure, celle-ci ne se dissout pas non plus aussi abondamment dans l'eau froide. Elle auroit plutôt l'apparence de l'*albumine*.

Il est évident aussi que les écorces de lentilles con-

tiennent une huile verte et âcre, et une certaine quantité de tannin, tandis que les cotylédons ne contiennent pas ce dernier. Nous croyons qu'il y a aussi dans les cotylédons une certaine quantité d'huile verte.

SUR LA FARINE DE LUPINS.

1°. Cette farine, dont la couleur est jaune, a une saveur extrêmement amère, et brûle sur les charbons en répandant une odeur comme les matières animales.

2°. 20 grammes de cette farine mis avec de l'alcool la colore en jaune, et lui communique sa saveur amère : l'alcool dissipé par l'évaporation, a laissé une huile jaune, épaisse, d'une saveur très-amère, et dont le poids étoit de 2 grammes 7 dixièmes.

Cette huile mise sur un charbon ardent s'exhale presqu'entièrement en fumées blanches qui ont l'odeur de celles que produit l'huile grasse, mais elle laisse un atome de charbon.

3°. Cette farine communique aussi à l'eau une couleur jaune, une saveur amère, et la propriété de mousser par l'agitation comme une dissolution de gomme: l'eau ne devient ni acide ni alcaline.

4°. 25 grammes de la même farine soumise à la distillation ont fourni 6 grammes $\frac{1}{4}$ de charbon, 14 grammes d'huile, 2 grammes de flegme, plus du carbonate d'ammoniaque cristallisé dans le col de la cornue. Une partie de l'ammoniaque contenue dans le flegme paroissoit être unie à l'acide acéteux.

5°. 50 grammes de la même farine brûlée ont donné 3 grammes 15 centièmes de cendre; celle-ci s'est dissoute dans l'acide nitrique sans effervescence, et l'ammoniaque en a précipité 65 centigrammes d'une substance jaunâtre et un peu grenue, laquelle étoit composée de phosphates de chaux, de magnésie et de fer. Ce qui ne s'est pas dissous dans l'acide nitrique étoit, pour la plus grande partie, du sable mêlé accidentellement à cette farine; mais sa quantité étoit loin d'équivaloir à la perte qui se montre ici.

6°. Le charbon provenant des 25 grammes de farine distillée, expérience IV, a communiqué à l'eau avec laquelle on l'a lessivée la propriété de précipiter abondamment l'eau de chaux, et le précipité avoit tous les caractères du phosphate de chaux. Cette farine contient donc une certaine quantité de phosphaste alcalin; ce qui explique la perte que nous avons éprouvée sur la cendre de l'expérience V.

L'infusion aqueuse de farine de lupins est précipitée par l'acide muriatique oxigéné en flocons blancs; les premières portions d'acide éclaircissent la liqueur, et une plus grande quantité la coagule.

L'infusion de noix de galle la coagule abondamment, et le précipité a une couleur purpurine, ce à cause d'une petite quantité de phosphate de fer qu'elle contient.

Les dissolutions nitriques de mercure, d'argent et celle de l'acétate de plomb la précipitent aussi très-abondamment en flocons blancs; ces précipités ne sont

pas entièrement solubles dans l'acide nitrique, ce qui annonce qu'ils contiennent un peu d'acide muriatique.

Cette même infusion est précipitée par l'eau de chaux en flocons jaunâtres, par l'oxalate d'ammoniaque en une poudre qui ressemble beaucoup à l'oxalate de chaux.

Le carbonate de potasse n'y occasionne presque pas de changement, un léger trouble seulement.

Après avoir passé deux fois de l'alcool et deux fois de l'eau sur la farine de lupins, le résidu mêlé avec de l'acide acétique concentré a été presqu'entièrement dissous; il n'en est resté qu'une matière corticale, et comme ligneuse, de couleur jaune.

La dissolution a présenté les phénomènes suivans : elle étoit abondamment précipitée par l'infusion de noix de galle, l'acide muriatique oxigéné, l'ammoniaque et le nitrate de mercure, mais elle ne l'étoit point par l'acétate de plomb.

D'après ce qui précède, l'on voit que la farine de lupins contient, 1°. une huile colorée et amère, qui communique ses propriétés aux autres parties de la farine, et qui fait une partie considérable de cette substance, puisque sur 20 grammes elle en a donné 2 grammes 7 dixièmes, ce qui fait près d'un septième; 2°. une substance végéto-animale extrêmement abondante, soluble dans une grande quantité d'eau, et encore plus soluble dans l'acide acétique : c'est cette substance qui fournit à la distillation le carbonate d'ammoniaque, et l'huile rouge et fétide qu'on obtient : c'est aussi elle qui, dissoute dans l'eau ou dans l'acide acétique,

présente, avec les réactifs, tous les phénomènes exposés plus haut ; 3°. une assez grande quantité de phosphates de chaux et de magnésie, et une petite quantité de phosphates de potasse et de fer.

Mais il ne paroît pas qu'elle contienne, comme les autres farines des légumineuses, de l'amidon ni du sucre.

La farine de lupins délayée dans de l'eau et exposée à une chaleur douce fermente, il se dégage de l'acide carbonique, et il se forme de l'acide acétique, mais elle ne produit pas un atome d'alcool : avec le temps elle se pourrit et exhale une odeur fétide.

SUR LA GERMINATION.

Expériences sur les semences légumineuses. — Première expérience.

Le 21 floréal an 12, on mit dans une cloche remplie d'air atmosphérique, et placée sur l'eau, des lentilles, et des fèves de marais dépouillées de leurs écorces; trois ou quatre jours après, les lentilles commencèrent à germer, les radicules étoient déja très-longues, et les plumules se montroient.

Le 3 prairial, douze jours après, les lentilles avoient des tiges d'environ 2 à 3 centimètres de long, et l'on voyoit manifestement les feuilles développées; à cette époque les fèves de marais n'avoient point encore donné de signes de germination, seulement leurs radicules s'étoient alongées, mais la plumule n'avoit fait aucun progrès.

Comme ces fèves de marais étoient contenues dans la même capsule que les lentilles, et qu'elles commençoient à se moisir, on les enleva les unes et les autres pour que l'air ne fût pas altéré par l'effet de cette décomposition spontanée.

L'air dans lequel ces semences avoient été exposées, et où les lentilles avoient germé, essayé par divers moyens, a présenté les phénomènes suivans : 1°. il a éteint subitement la bougie; 2°. il a précipité abondamment l'eau de chaux; 3°. cependant le phosphore y brûloit encore un peu, mais cette combustion s'arrêtoit très-promptement; et le volume ne diminue que très-peu par cette opération.

Germination dans le gaz hydrogène. — Deuxième expérience.

Le 21 floréal on mit dans du gaz hydrogène contenu dans une cloche, placée sur l'eau, des semences de lentilles et de fèves de marais; mais ces graines n'ont donné aucun signe de germination : la radicule qui étoit très-visible, parce que les semences avoient été dépouillées de leur écorce, n'avoit pas même alongé de la plus petite fraction de mesure quelconque, mais elles avoient conservé toute leur fraîcheur et leur solidité; les fèves de marais n'avoient point moisi comme celles qui avoient été exposées dans l'air atmosphérique.

Ces expériences paroissent démontrer clairement au moins que quelques espèces de semences ont besoin de la présence de l'air pour germer, et qu'elles ne peuvent

remplir cette fonction dans le gaz hydrogène, ni probablement dans les autres espèces de gaz.

L'hydrogène cependant contenoit une quantité notable d'acide carbonique, dont on a reconnu la présence par le moyen de l'eau de chaux qu'il troubloit fortement.

Ainsi, comme le gaz hydrogène qui avoit servi à cette expérience ne contenoit pas d'air atmosphérique, il est probable que l'acide carbonique a été formé par la réaction de l'oxigène et du charbon contenus dans les semences elles-mêmes.

Lorsqu'on retira les lentilles du gaz hydrogène, il y en avoit déja quelques-unes qui commençoient à pourrir, mais beaucoup qui étoient encore saines ont très-bien germé lorsqu'elles ont eu le contact de l'air. Les fèves de marais ont également bien germé, d'où il suit que le gaz hydrogène, quoique ne pouvant servir à la germination, n'a pas d'action nuisible sur l'embrion.

Germination dans l'eau. — Troisième expérience.

Des fèves de marais ont été mises en macération dans l'eau dont elles étoient recouvertes; vingt-quatre heures après on leur a enlevé l'écorce, et on les a remises dans l'eau: au bout de huit jours elles n'avoient pas donné de signes de germination; l'eau étoit devenue acide et répandoit une odeur de fromage aigri.

Des mêmes fèves de marais ont été mises en macération dans de l'eau aiguisée d'acide muriatique oxigéné; au bout de vingt-quatre heures elles ont été dépouillées

de leurs enveloppes, et remises dans de nouvelle eau aiguisée d'acide muriatique oxigéné en très-petite quantité : elles n'ont pas plus germé que dans l'eau.

Les mêmes expériences ont été faites sur les lentilles sans plus de succès. La seule différence qu'on ait aperçue, c'est que leur eau n'a pas pris l'odeur de fromage.

Les fèves de marais qui avoient été submergées, ainsi que les lentilles, comme il a été dit plus haut, dans de l'eau aiguisée d'acide muriatique oxigéné, n'ont point du tout germé lorsqu'elles ont été exposées à l'air; tandis que les mêmes semences qui avoient été plongées sous l'eau simple ont germé dans l'air au bout de quatre à cinq jours.

Il paroît d'après cela que la petite quantité d'acide muriatique oxigéné, dans lequel on avoit mis macérer les semences dépouillées de leurs enveloppes, a fait périr l'embryon, et a peut-être aussi altéré la substance des cotylédons.

Germination dans l'air et dans l'eau. — Quatrième expérience.

Des fèves de marais et des lentilles, auxquelles on avoit enlevé les enveloppes, ont été couvertes d'une légère couche d'eau pour qu'elles fussent seulement privées du contact de l'air : elles n'ont nullement germé; elles ont, au contraire, pourri et ont communiqué à l'eau une odeur fétide analogue à celle du sperme.

Les mêmes graines écorcées et humectées d'eau, mais sans en être couvertes, ont parfaitement bien germé, ont

poussé des tiges et des feuilles assez longues et colorées en vert, quoiqu'elles eussent végété à l'ombre.

Les graines, ou au moins celles-ci, ont donc besoin de l'influence de l'air pour germer et s'étendre (1).

Remarque sur la décomposition spontanée de l'alcool mêlé à l'eau.

Une partie d'alcool très-pur, mêlé à vingt parties d'eau distillée, fut conservée dans un flacon qui en étoit entièrement rempli et exactement bouché en cristal.

Au bout de six mois il ne paroissoit encore avoir éprouvé aucun changement, si ce n'est que son odeur ressembloit parfaitement à celle de l'éther nitrique très-étendu d'eau.

La même expérience fut faite sur des quantités semblables des mêmes matières, avec cette différence que ces dernières furent conservées dans un flacon qui n'en étoit pas complettement rempli, et qui n'étoit bouché qu'avec du papier. Quinze jours après il s'est formé dans la liqueur de petits flocons blancs lanugineux, qui ont augmenté sensiblement de volume, et ont à la fin formé une masse assez étendue. Ces flocons ont fini par noircir, et alors la liqueur n'avoit plus aucune des propriétés qui caractérisent l'alcool, c'est-à-dire que sa saveur, son odeur, etc. étoient entièrement détruites.

---

(1) Il seroit bon de répéter ces expériences sur les graines des plantes aquatiques.

L'alcool, en se décomposant ainsi, ne forme point d'acide. Il paroît donc que, dans ce second cas, l'alcool a été parfaitement décomposé, et que l'air est nécessaire à cette décomposition, puisque le même mélange exactement enfermé n'a pas subi la même altération.

SUR LA FERMENTATION DES GRAINS.

1°. On a pris 2 livres d'orge germé et moulu comme pour la fabrication de la bière, et après l'avoir mis dans un matras, on a versé par-dessus 6 livres d'eau à 55 degrés de Réaumur. L'appareil terminé par un tube a été exposé à la température de 22 degrés. La fermentation a commencé à s'établir quatre heures après, et a duré environ trente-six heures.

Lorsqu'on a jugé que l'air atmosphérique a été sorti de l'appareil, on a recueilli une certaine quantité de gaz qu'on a mis sur une dissolution de potasse caustique; environ la moitié de ce gaz a été absorbée, et l'autre moitié s'est enflammée par le contact d'une bougie allumée en présentant les caractères du gaz hydrogène le plus pur, c'est-à-dire qu'il répandoit une flamme blanche-rougeâtre, et détonoit avec beaucoup de violence quand il étoit mêlé à de l'air.

On a recueilli de temps en temps, depuis le commencement jusqu'à la fin de la fermentation, des portions de ce gaz pour savoir s'il fourniroit toujours du gaz inflammable, et s'il seroit constamment dans les mêmes proportions : c'est, en effet, ce qui est arrivé;

les gaz se sont produits depuis le commencement jusqu'à la fin dans le rapport constant d'égalité en volume.

Le 16 fructidor on soumit à la distillation l'orge ainsi fermenté, et sur les trois litres d'eau qu'on avoit employés, on n'en retira que deux tiers de litre. Cette liqueur fut distillée de nouveau, et son produit fractionné en trois parties égales. Le premier produit ne donna aucun degré à l'aréomètre, le second et le troisième étoient un peu plus pesans que l'eau. Ces produits avoient tous une saveur acide très-prononcée, et en même temps empyreumatique, par la raison que le marc avoit légèrement brûlé au fond de la chaudière.

Il sembleroit d'après ces résultats qu'il ne s'est pas formé d'alcool pendant la fermentation de cet orge, puisque les produits qu'il a fournis à la distillation étoient aussi pesans que l'eau, et n'avoient qu'une saveur acide et nullement alcoolique; mais il est plus vraisemblable que l'alcool produit s'est converti en acide acéteux pendant l'intervalle de la fermentation à la distillation. Un fait remarquable, c'est que la liqueur avoit avant la distillation une saveur encore très-sucrée, et qu'après elle n'en avoit presque plus.

2°. Comme on avoit employé dans l'expérience du 10 fructidor de l'orge germé avec le son, nous avons soupçonné que c'étoit celui-ci qui avoit produit le gaz inflammable. Pour nous en assurer, nous avons répété l'opération avec la même quantité de farine d'orge blutée et non germée, et trois litres d'eau; mais les phénomènes ayant été absolument pareils, nous en con-

cluons que ce n'est pas le son qui a produit le gaz inflammable; car, en supposant qu'il restât quelques parties de cette écorce dans la farine, elles n'auroient pas formé une aussi grande quantité de gaz que la farine entière.

3°. Les résultats dont on vient de parler, ayant fait soupçonner qu'il pouvoit aussi se produire du gaz inflammable pendant la fermentation du moût de bière dans la cuve du brasseur, nous avons pris quatre litres de ce moût, au moment où la fermentation alloit bientôt commencer, et nous l'avons mis dans un appareil convenable pour recueillir le gaz, et exposé à la température de 22 degrés, comme dans les autres expériences.

Dans cette circonstance la fermentation a commencé beaucoup plus promptement, le dégagement du gaz a été aussi plus rapide, sans doute à cause de la levure qu'on y avoit mise. Mais le gaz recueilli à différens temps de l'opération, a été entiérement absorbé par la potasse caustique, et n'a donné aucune trace de gaz inflammable : c'est donc le corps de la farine qui produit le gaz inflammable, et non ses principes solubles dans l'eau chaude.

4°. Pour connoître exactement le volume du gaz inflammable qui se dégageroit pendant la fermentation d'une quantité donnée de farine d'orge mondé, nous mîmes dans un matras 2 livres de cette farine avec 6 livres d'eau, et nous abandonnâmes le mélange à la température de 14 à 15 degrés.

La fermentation ne commença qu'au bout de cinq

heures, et le gaz qui se développoit à cette température se dissolvoit entièrement en passant dans la potasse. Mais dès que nous eûmes élevé la chaleur environ à 20 ou 21 degrés, le gaz passa beaucoup plus rapidement, et ne fut plus dissous complétement par l'alcali; la portion qui ne s'y dissolvoit pas étoit inflammable. La quantité de ce dernier étoit très-petite au commencement, mais elle augmenta peu à peu, et sur la fin elle étoit à peu près égale à celle de l'acide carbonique.

D'après ces résultats, il paroît que le gaz inflammable n'est produit que par les principes insolubles des farines, et que son développement n'a lieu qu'à la température de 20 à 22 degrés de Réaumur.

Expériences pour connoître la quantité de sucre contenue dans l'orge.

5°. Trois kilogrammes d'orge non germé et moulu ont donné 38 grammes environ de sucre pur, ce qui fait à peu près 13 millièmes de la farine employée; nous avons employé pour extraire cette substance 6 kilogrammes d'alcool très-déflegmé, en trois fois différentes, avec le secours de la chaleur.

3 kilogrammes d'orge germé et moulu, traité de la même manière et avec la même quantité d'alcool, ont fourni 148 grammes de sucre, ou environ 5 pour 100, et le quadruple de ce qu'a donné l'orge non germé.

Il suit évidemment de ces expériences que la germination détermine dans l'orge la formation d'une assez grande quantité de matière sucrée, résultat qui avoit

déja été annoncé d'après la saveur et quelques autres propriétés de l'orge germé, mais qui n'avoit jamais été démontré d'une manière directe par l'analyse, au moins que nous sachions.

Fermentation de l'orge non germé, et quantité d'alcool qu'il a fourni.

6°. Douze kilogrammes d'orge non germé moulu, mises dans un tonneau avec sept fois autant d'eau, à 70 degrés, et 2 kilogrammes de levure de bière molle, ont fermenté sur-le-champ avec beaucoup de violence.

Au bout de sept jours, époque à laquelle la fermentation a paru finie, nous avons soumis la matière à la distillation, et nous avons obtenu 9 litres de liqueur très-foible, ayant l'odeur d'empyreume, parce que le marc avoit été distillé avec. Cette liqueur, repassée à l'alambic, a donné 16 décilitres d'un esprit à 16 degrés à l'aréomètre, la température étant à 10 (ce qui fait environ 9 décilitres à 40 degrés); 9 décilitres d'alcool pesent environ 714 grammes, et, d'après nos expériences, 12 kilogrammes d'orge non germé ne contenant que 152 grammes de sucre, il s'ensuit nécessairement que l'orge non germé fournit, par la fermentation, quatre fois plus d'alcool pur qu'il ne contient de sucre, résultat d'autant plus singulier que d'après Lavoisier 100 livres de sucre ne fournissent que 58 livres d'alcool fin par la fermentation.

7°. 12 kilogrammes d'orge germé et moulu, soumises à la fermentation dans les mêmes circonstances que celles

qui ont eu lieu pour l'orge non germé, ont fermenté également avec les mêmes phénomènes, mais ont donné des résultats différens pour les quantités. On a obtenu de celui-ci 2 litres 3 dixièmes d'alcool à 40 degrés, ce qui fait environ 7 kilogrammes et demi d'alcool par quintal d'orge; ce qui fait en même temps trois fois plus d'alcool que l'orge ne contient de sucre, puisque notre expérience ne nous en a donné que 5 pour 100. Ce résultat est à peu près semblable à celui de l'orge non germé.

Si les moyens que nous avons mis en pratique pour extraire le sucre contenu dans l'orge germé et non germiné, sont bons, et s'ils ne laissent aucune trace de ce principe dans la farine de cette semence, nos expériences sur la fermentation de ces mêmes farines portent nécessairement avec elles la conclusion, que quelqu'autre principe que la matière sucrée se convertit en alcool pendant la fermentation des farines céréales; car il n'est pas possible que cinq parties de sucre en puissent donner quinze d'alcool, puisque ce n'est pas par addition de principe, mais par soustraction que se fait, comme il est bien reconnu aujourd'hui, la conversion du sucre en alcool.

Mais quel est ce principe, qui conjointement avec la matière sucrée contribue matériellement à la confection de l'alcool? C'est une question qu'il nous reste à décider par l'expérience, et à laquelle nous nous livrerons incessamment.

Quoique nous soyons convaincus que dans les cas dont nous avons parlé, le sucre n'est pas le seul prin-

cipe qui dans les farines forme l'alcool, nous avouerons cependant que la préexistence de cette matière est absolument nécessaire pour commencer la fermentation spiritueuse, et pour disposer les autres élémens à subir le même mouvement; car nous nous sommes également assurés que tout corps où il n'existe point du tout de sucre ne donne aucune trace d'esprit par la fermentation.

8°. Un kilogramme de farine de froment blutée a été mêlé avec 3 litres d'eau à 60 degrés. Le mélange est resté sept heures sans manifester aucun mouvement sensible; mais le lendemain matin le gonflement de la matière annonçoit que pendant la nuit il s'étoit dégagé des gaz; comme on avoit négligé de mettre un vase pour recueillir ces gaz, nous ignorons quelle étoit leur nature.

Alors ayant placé l'appareil sur un bain de sable légérement échauffé, l'on vit paroître une multitude de bulles de gaz que la consistance de la matière laissoit échapper avec peine. Pour faciliter la sortie du gaz, on ajouta un peu d'eau, et l'on rétablit ensuite l'appareil dans la même condition. Nous obtînmes un gaz composé d'environ un tiers, en volume, d'acide carbonique, et de deux tiers d'hydrogène.

Craignant que la chaleur du bain de sable ne fût trop forte, nous en retirâmes le matras; mais, dès qu'il fut revenu à la température de l'air environnant, laquelle étoit de 14 à 15, la fermentation s'arrêta presque subitement. La matière ainsi fermentée, soumise au bout

de quelques jours à la distillation, ne donna pas un atome d'alcool, mais elle contenoit beaucoup d'acide.

Ainsi la farine de froment seule ne donne point d'alcool par la fermentation, et nous devons observer, à cette occasion, que la levure est très-nécessaire au développement de l'alcool, non qu'elle entre dans la composition de ce corps, mais parce que hâtant la fermentation, elle ne donne pas le temps à l'alcool de se convertir en vinaigre.

Au lieu que, quand la fermentation est très-lente, l'esprit de vin passe à l'état de vinaigre à mesure qu'il se forme, si toutefois la matière sucrée et autres n'arrivent pas à l'acide sans avoir parcouru les points intermédiaires.

SUR LA LEVURE DE BIÈRE FRAICHE.

Quelques essais comparatifs de la levure de bière avec le gluten du froment.

LA levure de bière agitée long-temps avec de l'eau distillée, et celle-ci filtrée ensuite, a présenté les propriétes suivantes.

Cette eau est toujours louche, sa saveur est la même que celle de la semence de houblon. L'addition de l'ammoniaque l'éclaircit; l'acétate de plomb la précipite en flocons blancs; l'acide muriatique oxigéné la rend encore plus laiteuse qu'elle ne l'est naturellement; l'oxalate d'ammoniaque y forme un précipité, et l'infusion de noix

de galle la trouble sans y occasionner de précipité : elle rougit la teinture de tournesol.

Action de l'acide nitrique sur la levure.

La levure mise dans de l'acide nitrique un peu concentré jaunit sur-le-champ et semble s'y dissoudre : ces effets sont encore plus prompts à l'aide de la chaleur. Si avant que le mélange n'ait bouilli, on le mêle avec de l'eau, une portion de la matière jaune se précipite sous la forme de flocons, et la liqueur reste sans presque de couleur.

Par suite de l'action de l'acide nitrique sur la levure, il se forme une matière grasse; mais, lorsque l'acide nitrique devient concentré, la levure brûle et noircit très-promptement.

La dissolution nitrique de la levure, mise avec de l'eau, se trouble et laisse précipiter une matière grasse qui étoit tenue en dissolution par l'acide nitrique : cette dissolution est à la fois amère et acide; elle est précipitée par l'ammoniaque en flocons qui retiennent une couleur jaune; par l'oxalate d'ammoniaque, après la saturation de l'acide, en une poudre grenue qui ressemble beaucoup à l'oxalate de chaux; en flocons blancs et demi-transparens par l'eau de chaux.

Il paroît d'après cela que la levure contient du phosphate de chaux, et qu'elle n'a pas formé d'acide oxalique avec l'acide nitrique, car l'ammoniaque auroit dû y former un précipité d'oxalate calcaire.

Quelques remarques sur la formation du vinaigre.

L'INFUSION d'orge épaissie en consistance de syrop, et étendue d'une certaine quantité d'eau, ayant été mise dans un appareil fermé, resta cinq jours environ sans fermenter : à cette époque elle commença à subir ce mouvement, et il s'en dégagea une assez grande quantité d'acide carbonique.

Lorsque tous les phénomènes de la fermentation eurent cessé, la liqueur avoit une saveur très-acide, et un peu nauséabonde.

Elle étoit abondamment précipitée par la noix de galle, l'acétate de plomb et l'acide oxalique. Pour savoir s'il s'étoit formé de l'alcool, on soumit à la distillation, et l'on recueillit environ les $\frac{3}{4}$ de la liqueur en deux portions égales : la première n'avoit qu'une très-légère odeur d'alcool, et la seconde n'en avoit aucune, mais elle étoit sensiblement acide.

Le résidu de la distillation avoit une odeur et une saveur nauséabonde, une acidité extrêmement forte; la noix de galle, l'acétate de plomb, l'ammoniaque et l'alcool y formoient des précipités abondans.

Le dépôt produit par l'alcool est soluble dans l'eau; sa dissolution est précipitée par la noix de galle. L'alcool qui a servi pour séparer cette matière est aussi précipité par la noix de galle; mais, quand il a été suffisamment étendu d'eau, il ne l'est plus par l'acétate de plomb.

Le précipité formé par l'ammoniaque dans le résidu

de la distillation du moût d'orge fermenté, se charbonne et se fond ensuite au chalumeau, en une perle transparente qui a une couleur violette; la liqueur d'où cette matière avoit été séparée précipitoit encore par la noix de galle.

Du moût d'orge concentré par l'évaporation, et déja un peu acide, a été mêlé à une dissolution de sucre où l'on avoit mis du gluten qui ne l'avoit point fait fermenter. Ce mélange, quoique exposé à la température de 15 à 18 degrés, resta long-temps dans l'inaction; cependant vers le cinquième jour, il commença à fermenter, et continua pendant environ un mois, au bout duquel tout mouvement cessa.

Alors on démonta l'appareil où l'air extérieur n'avoit eu aucun accès, et la liqueur fut examinée : sa couleur étoit brune, elle avoit déposé une matière de la même couleur; sa saveur acide étoit légérement spiritueuse.

Elle donna par la distillation une petite quantité de liqueur peu alcoolique; en continuant la distillation on obtint une liqueur acide, mais moins forte qu'avant d'être distillée, aussi le résidu étoit-il très-acide.

L'acide passé en vapeurs étoit de la nature du vinaigre; car, uni à la potasse, il a formé un sel parfaitement semblable à l'acétate de potasse.

Le résidu de la distillation avoit une couleur brune-foncée, une saveur acide, un peu nauséabonde et nullement sucrée; il étoit précipité par la noix de galle, l'acide muriatique oxigéné, l'acétate de plomb, et il produisoit une vive effervescence avec les carbonates alcalins.

Comme, suivant toute apparence, la totalité du sucre mis en expérience avoit été détruite, puisqu'on n'a pu par aucun moyen en retrouver de traces dans la liqueur, et qu'à sa place on n'a trouvé que du vinaigre, il faut nécessairement en conclure que le sucre se convertit en cet acide sans la présence de l'air; l'opération ayant été faite dans un appareil fermé par l'eau, où le tube a constamment plongé pendant tout le cours de l'opération.

De l'eau dans laquelle a macéré pendant quelques jours du gluten de froment, et qui commence à être acide, fait passer promptement le sucre à l'état de vinaigre sans le contact de l'air, si toutefois le sucre est suffisamment étendu d'eau.

La présence ou la préexistence du sucre dans les corps n'est pas nécessaire pour la formation du vinaigre: les farines, et autres substances végétales non sucrées et convenablement humides forment aussi, sans le contact de l'air, une quantité plus ou moins grande de vinaigre, suivant leur nature; ne voit-on pas, en effet, très-souvent les liqueurs spiritueuses foibles, tels que certains vins, les cidres, les bières, etc. devenir acides en tonneaux et même en bouteilles?

La manière ordinaire d'expliquer la fermentation du vinaigre ne doit plus être regardée comme générale, et propre à satisfaire à tous les cas d'acétification.

Nous proposerons dans un autre lieu une manière d'expliquer ce phénomène.

SUR LES COMÈTES DE 1784 ET 1762,

Par J.-C. Burckhardt.

Lu le 30 floréal an 13.

SUR LA COMÈTE DE 1784.

La comète dont il s'agit ici a été découverte et observée par M. Dangos, mais le mauvais temps ne lui avoit permis d'obtenir que deux observations, dont on n'avoit tiré aucun parti. Il y a pourtant des cas où deux observations peuvent donner des notions précieuses sur l'orbite d'une comète : il m'a donc paru utile de m'en occuper.

M. Dangos a observé cette comète le 10 et le 14 avril; l'intervalle est court, mais la comète avoit un mouvement assez rapide : la nouvelle de cette découverte n'arriva à Paris que le 11 mai, et M. Messier se donna des peines inutiles pour la découvrir.

Pour suppléer à la troisième observation, j'ai supposé que la distance de la comète à la terre avoit été la même

pour les deux observations, et j'ai obtenu les élémens suivans :

Nœud ascendant	1ˢ 25°
Inclinaison	26°
Lieu du périhélie	5ˢ 0°
Distance périhélie	0.6821
Passage par le périhélie	1784, 11 mars, 8ʰ
Sens du mouvement	Direct.

Pour voir dans quelles limites ces élémens sont contenus, il falloit faire varier le rapport de deux distances, lequel rapport nous avons supposé égal à l'unité : or, comme M. Dangos dit que la comète lui a paru un peu plus claire lorsqu'il l'observoit pour la seconde fois, j'ai supposé que la comète fût d'un cinquième plus près de la terre, ou que le rapport de deux distances fût 0.8, ce qui m'a donné les élémens suivans :

Nœud ascendant	1ˢ 12°
Inclinaison	64°
Lieu du périhélie	4ˢ 15°
Distance périhélie	0.5857
Passage par le périhélie	1784, 9 mars, 7ʰ
Sens du mouvement	Direct.

En comparant ces deux orbites, on voit que la distance périhélie a diminué de 0.1, les longitudes du nœud et du périhélie de 15°, et que l'inclinaison a augmenté de 38°.

Les derniers élémens ressemblent beaucoup à ceux de la comète de 1580; les deux orbites s'accordent pour l'inclinaison, pour l'angle entre le nœud et le périhélie, et pour la distance périhélie, mais il y a 20° de diffé-

rence sur les longitudes absolues du nœud et du périhélie : cette différence pourroit être attribuée aux attractions; j'ai donc jugé nécessaire de ne pas abandonner tout de suite le soupçon de l'identité de ces deux comètes, et d'examiner les apparitions antérieures qui auroient eu lieu selon cette hypothèse.

Les comètes de 975, de 770 et 565, sont les seules dont nous avons quelques détails, mais ils ne paroissent pas convenir à l'orbite de la comète de 1580 : on n'en peut donc tirer aucune conclusion en faveur de l'hypothèse dont il s'agit. Il étoit donc bien à désirer que M. Dangos pût trouver dans ses papiers quelques détails ultérieurs sur cette comète, et M. Delambre a bien voulu les lui demander. M. Dangos n'a sauvé de l'incendie de l'observatoire de Malte que son journal météorologique, où il a trouvé la remarque qu'il a observé la lumière zodiacale le 22 avril, d'où il conclut qu'il a cherché en vain la comète le même jour.

Or, les deux orbites trouvées ci-dessus ne satisfont pas à cette circonstance; j'ai donc essayé d'en trouver une meilleure, que voici :

Nœud ascendant	1ˢ 5°
Inclinaison	84°
Lieu du périhélie	4ˢ 17°
Distance périhélie	0.6377
Passage par le périhélie	1784, 10 mars, 0ʰ
Sens du mouvement	Direct.

Où il est à remarquer qu'on ne peut pas s'assurer de quel côté l'orbite est inclinée, puisqu'elle est presque

perpendiculaire à l'écliptique. Il pourroit donc arriver que la longitude du nœud ascendant fût celle du nœud descendant, et que la comète fût en même temps rétrograde au lieu d'être directe.

En calculant le lieu de la comète pour le 22 avril, on trouve qu'elle paroissoit encore sur l'horizon de Malte, mais qu'elle restoit toujours dans les vapeurs de l'horizon, et à plus de 60° de distance de l'endroit où M. Dangos l'a probablement cherchée en supposant son mouvement apparent ou uniforme ou peu accéléré.

SUR LA COMÈTE DE 1762.

La détermination de l'orbite de cette comète a occupé cinq astronomes, aucun n'a pu éviter des erreurs de quatre à cinq minutes; toutes ces orbites diffèrent considérablement l'une de l'autre, de sorte qu'il y a des incertitudes de tout côté. On avoit rencontré des difficultés semblables par rapport aux comètes de 1763, 1771 et 1773, et l'on s'étoit cru autorisé par ces exemples à juger en général d'une manière défavorable des observations des comètes, et à les croire très-peu susceptibles d'exactitude. La comète dont il s'agit ici prêtoit singulièrement à ce genre d'inculpation : l'erreur de 5′ portoit sur les premières observations où la comète avoit été observée au méridien, et comparée à une étoile de première grandeur, dont la position n'étoit sujète à aucun doute. D'où peuvent donc provenir ces erreurs, disoit-on, sinon de l'observation? et comme un observateur

très-habile et très-exercé n'a pu s'en garantir, nous sommes en droit de conclure qu'en général il est impossible de faire mieux.

J'avois réussi dans un mémoire précédent à démontrer l'exactitude des observations de trois comètes citées ci-dessus : j'ai réussi de même à découvrir la source des erreurs qu'on avoit cru trouver dans celle de la comète dont il s'agit actuellement.

Un petit oubli dans les réductions a produit ces prétendues erreurs : j'aurois probablement commis le même oubli si M. Messier n'eût pas eu la complaisance de me prêter les originaux de ses observations, comme il avoit déja fait pour mes recherches précédentes.

L'instrument de M. Messier est divisé de manière à donner les distances au pôle de l'équateur, et non pas les hauteurs; il étoit donc très-naturel que M. Messier parlât dans son mémoire des différences de déclinaisons, et non des différences de hauteurs : M. Messier n'y avoit pas appliqué la correction due à la réfraction, pour rester fidèle au principe très-juste de donner l'observation sans aucune des réductions nécessaires, et d'en laisser le soin à l'astronome qui veut s'en servir. Cette correction n'auroit été que de peu de secondes pour les passages au dessus du pôle, mais elle alloit à sept minutes pour les passages inférieurs qui ont été réellement observés. J'ai cru devoir insister sur ces détails, quoique je n'aie pas employé le passage et la hauteur de la Chèvre, ayant préféré de me servir de deux étoiles de la Giraffe, qui se trouvèrent sur le parallèle de la

comète, et qui sont actuellement bien déterminées. Cette méprise auroit eu une influence beaucoup plus considérable sur les élémens, si le mouvement apparent de la comète n'avoit pas été assez rapide. Voici les élémens que j'ai obtenus :

Nœud ascendant	11ˢ 18° 33′ 5″
Inclinaison	85° 38′ 13″
Lieu du périhélie	3ˢ 14° 2′ 0″
Distance périhélie	1.0090485
Logarithme	0.0039120
Passage par le périhélie	1762, 28 mai, 0.3410 jour, ou 8ʰ 11′ 3″
Sens du mouvement	Direct.

Les observations que j'ai employées sont,

		Ascension droite.	Déclinaison.
30 mai	14ʰ 1′ 19″	98° 50′ 7″5	61° 40′ 37″5
18 juin	11ʰ 47′ 31″	131° 58′ 10″0	42° 19′ 7″0
29	10ʰ 32′ 51″	140° 21′ 50″0	31° 33′ 55″0

TROISIÈME SUITE

DES

RECHERCHES

Sur les lois de l'affinité. (Mémoires de l'Institut, tome III.)

Par M. BERTHOLLET.

Lu le 10 mars 1806.

DANS un mémoire dont celui-ci est une suite, j'ai rappelé à un nouvel examen les lois que suit l'affinité par laquelle les corps tendent à se réunir ou à former une combinaison, et en même temps j'ai distingué les effets qui sont dus aux qualités physiques des substances qui exercent une action mutuelle, de ceux qui dépendent immédiatement de l'affinité; j'ai développé dans mon *Essai de statique chimique* les conséquences auxquelles m'ont conduit mes recherches, en les appliquant aux phénomènes dont la chimie doit donner la théorie.

Je vais présenter quelques observations dont le but est simplement de porter une plus grande précision dans des faits connus et d'en établir le rapport avec la doctrine que j'ai exposée; je discuterai quelques opinions

opposées aux miennes; j'insisterai particulièrement sur les proportions qui peuvent varier dans quelques combinaisons, et sur les moyens propres à déterminer les affinités relatives des acides et des alcalis.

§ Ier. *Du carbonate et des sous-carbonates de soude.*

On regarde le carbonate de soude comme une combinaison identique, comme la seule combinaison de la soude et de l'acide carbonique qui ait la propriété de cristalliser.

Selon Bergman ce sel contient, lorsqu'il est cristallisé,

Acide	16
Soude	20
Eau	64

M. Kirwan en a donné une analyse qui diffère un peu : selon lui, 100 parties contiennent

Acide	14.42
Soude	21.38
Eau	64.00

M. Klaproth (1) donne les proportions suivantes :

Soude	22
Acide	16
Eau	62

(1) *Beitreege zur chemischen kenutniss der mineral korper*, 3 *band.*

Mais il a analysé un natron apporté d'Afrique qui contenoit

Soude	37.0
Acide carbonique	38.0
Eau	22.5
Sulfate de soude	2.5

Ce natron différoit du carbonate de soude par plusieurs propriétés. M. Klaproth rapporte la description suivante, qu'en a donnée M. Bagge dans les mémoires de l'Académie de Stockholm : *Il est toujours dans l'état cristallin ; on voit par sa cassure qu'il est composé de cristaux longs, parallèles, croisés en différens sens, en apparence comme le gypse.*

M. Klaproth explique heureusement, par la propriété qu'a ce carbonate de résister à l'efflorescence, la dureté des masses qui en sont composées, comme nous l'avons observé en Égypte sur les bords des lacs de Natron, où nous avons vu le Quassr (espèce de petit fort), construit avec ces masses salines (1).

M. Klaproth ajoute que le carbonate de soude ordinaire peut absorber une nouvelle quantité d'acide carbonique comme la potasse ordinaire, et que par là il a obtenu un sel qui ressembloit au natron dont on vient de parler, autant par l'état feuilleté des ses cristaux, que par la propriété de résister à l'efflorescence. Il établit donc pour différence essentielle entre ces deux espèces de carbonate, que dans l'espèce ordinaire, qui

(1) *Mémoire sur l'Égypte*, *Journal de physique*, messidor an 8.

est désignée par le nom de *carbonate* ou de *sel de soude*, 100 parties de soude sont combinées tout au plus avec 73 parties d'acide carbonique, et que dans l'autre carbonate, 100 parties de soude se trouvent combinées avec 103 parties d'acide carbonique.

Cette différence dans les carbonates de soude m'a paru mériter des observations ultérieures. J'ai pris un carbonate de soude nouvellement cristallisé, et son analyse m'a donné,

Soude	20.25
Acide	12.15
Eau	68.60

J'ai saturé d'acide carbonique la dissolution de ce sel, jusqu'à ce qu'elle refusât d'en prendre malgré la pression de quelques centimètres de mercure : sur la fin de l'opération il s'est déposé peu à peu une substance saline que j'ai trouvée composée de petits cristaux agglomérés : le liquide, bien loin de conserver des caractères alcalins, rougissoit un peu la teinture de tournesol. Pour la substance concrète et cristalline, elle n'affectoit aucunement les papiers teints avec le curcuma et avec le fernambouc, mais elle verdissoit le sirop de violette.

Les indices dont on se sert pour reconnoître l'acidité ou l'alcalinité, n'ont pas, avec cette combinaison et les semblables que je dois décrire, cette uniformité d'effets que l'on observe dans les autres combinaisons d'acide et d'alcali ; ce que l'on doit attribuer à la très-foible adhérence de l'acide qui complète la combinaison, en

sorte que la substance colorante peut facilement être affectée par l'acide ou par l'alcali, selon qu'elle a plus de disposition à se combiner avec l'un ou avec l'autre; mais s'il résulte de là quelqu'incertitude sur l'état parfaitement neutre de la combinaison, il est néanmoins indubitable qu'elle ne s'en éloigne que d'une quantité si petite que je ne puis craindre d'erreur sensible en la regardant comme neutre.

C'est donc le véritable carbonate de soude que j'ai obtenu dans l'expérience que je viens de décrire : je donne aux autres combinaisons de l'acide carbonique le nom de *sous-carbonates*, à l'imitation de M. Thomson qui s'est déja servi de cette expression pour désigner différentes combinaisons de l'acide carbonique; cependant je crois qu'il est inutile de faire cette distinction, lorsque l'on veut simplement désigner une base carbonatée, et qu'il faut la réserver pour les cas où l'on a l'intention d'indiquer la proportion de l'acide carbonique : j'en userai ainsi.

Le carbonate de soude m'a donné :

Soude	31.75
Acide carbonique	44.40
Eau	23.85
	100

100 parties de soude qui, d'après mes expériences, n'ont dans le sous-carbonate ordinaire que 60 d'acide carbonique, demandent donc, pour parvenir à l'état neutre, 139.84 de cet acide, et l'on a vu que d'après les expériences de M. Klaproth, 100 parties de soude n'en

exigent que 103, d'où il résulte que le sel qu'il a regardé comme une soude saturée n'étoit dans la réalité qu'un sous-carbonate.

J'ai fait évaporer le liquide qui surnageoit le carbonate cristallin; il s'est dégagé de l'acide carbonique, en sorte que ce liquide a donné promptement des indices d'alcalinité. J'ai séparé la première cristallisation qui s'est formée par le refroidissement: la substance saline n'étoit plus dans l'état neutre, mais elle donnoit des indices d'alcalinité; c'état déja un sous-carbonate : en continuant d'évaporer le liquide, j'ai séparé deux autres cristallisations successives dans lesquelles l'alcalinité devenoit de plus en plus dominante, et dont les qualités s'éloignoient de plus en plus des propriétés caractéristiques du carbonate; mais après ces trois cristallisations, le sel qui formoit plus de la moitié du total, n'a pas différé sensiblement du sous-carbonate de soude ordinaire, par les proportions de l'acide carbonique.

Le carbonate de soude n'effleurit pas à l'air, et il est beaucoup moins soluble dans l'eau que le sous-carbonate ordinaire; car, pendant que celui-ci ne demande, à une température moyenne, que deux parties d'eau, le premier en exige huit; delà vient qu'il se dépose, lorsqu'on sature le sous-carbonate d'acide carbonique.

Cette propriété en détermine une qui me paroît précieuse pour les analyses, que nous devons chercher à porter à leur perfection.

Le sous-carbonate de soude, que l'on connoît dans le commerce sous le nom de *sel de soude*, quoiqu'il soit

dans un état transparent et cristallin, contient toujours une certaine proportion de sulfate de soude, ainsi qu'on peut s'en assurer en précipitant par son moyen une dissolution de muriate de baryte, et en dissolvant, par une addition d'acide, le précipité de baryte carbonatée, qui s'est formé; car il ne reste que le sulfate qui refuse de se dissoudre.

J'ai fait une dissolution de ce sel, j'en ai séparé la première cristallisation : cette partie, bien égouttée sur un papier à filtrer, indiquoit encore une certaine proportion de sulfate. Il résulte delà que lorsqu'on se sert de sous-carbonate de soude pour décomposer des combinaisons à base terreuse, on doit nécessairement trouver, si l'analyse est rigoureuse, une proportion d'acide sulfurique qui a été apportée dans le procédé, en raison de la quantité de sel de soude que l'on a employée.

Le moyen qui consisteroit à rendre la soude caustique par la chaux, à dissoudre la substance alcaline par l'alcool, et ensuite à la saturer par l'acide carbonique, seroit long et dispendieux; mais le carbonate de soude, préparé comme je l'ai dit, est entièrement privé du sulfate qui reste en dissolution.

§ II. *Du carbonate et des sous-carbonates d'ammoniaque.*

Il seroit inutile de rappeler les proportions que l'on a trouvées dans les combinaisons de l'ammoniaque avec l'acide carbonique, que l'on a prises pour des car-

bonates, parce que, comme l'a observé M. Davy (1), ce sel obtenu du mélange de muriate d'ammoniaque et de carbonate de chaux, a des proportions différentes d'ammoniaque, d'acide carbonique et d'eau, selon la température à laquelle l'opération a été faite, en sorte que, retiré à une température de 300 degrés de Fahreneith, il contenoit 50 parties d'ammoniaque sur 100, pendant qu'il n'en avoit que 20 parties, lorsque l'opération avoit été faite à 60 degrés.

Quoi qu'il en soit, la combinaison à laquelle on a donné le nom de carbonate d'ammoniaque a toujours été très-éloignée de celle que je vais décrire, et qui est le véritable carbonate.

J'ai obtenu ce carbonate par le même moyen que celui de soude : il se dépose aussi en petits cristaux beaucoup moins solubles dans l'eau que le sel que l'on a employé; car il faut près de 8 parties d'eau pour le dissoudre à une température moyenne.

Ce carbonate ne conserve aucun indice d'alcalinité, pas même dans sa saveur; mais il verdit le sirop de violette.

Le liquide qui surnageoit ces cristaux étoit aussi dans un état neutre; je l'ai distillé à une foible chaleur, pour tâcher d'obtenir encore du carbonate par la cristallisation : la liqueur qui étoit en distillation conservoit l'état neutre; il en a été de même d'une pareille liqueur que j'ai fait évaporer à l'air libre : mais celle qui passoit

---

(1) *Researches chemical*, p. 75.

dans le récipient n'étoit plus dans l'état neutre; ce n'étoit plus qu'un sous-carbonate, et loin de se concentrer, le liquide qui étoit dans la cornue a fini par ne plus contenir d'ammoniaque, ainsi que celui que j'ai fait évaporer à l'air libre.

Cependant, si on laisse la dissolution de carbonate d'ammoniaque à l'air, et il en est de même de celle des autres carbonates, elle devient bientôt sensiblement alcaline et perd par conséquent un peu d'acide carbonique, mais cet effet s'arrête bientôt et la combinaison paroît ensuite rester constante. Les carbonates eux-mêmes, lorsqu'ils sont dans l'état cristallin, participent un peu à cet effet.

Le sous-carbonate d'ammoniaque que l'on obtient par le moyen du muriate d'ammoniaque et du carbonate de chaux, contient toujours une proportion assez considérable de muriate d'ammoniaque, et j'ai éprouvé qu'en lui faisant subir une nouvelle sublimation, il en entraînoit encore la plus grande partie avec lui; ce qui peut être une cause d'erreur dans les analyses où l'on en fait usage; mais le carbonate d'ammoniaque, préparé comme je l'ai dit, est absolument dépouillé de ce sel étranger : de plus, le premier est très-variable dans ses proportions, et le second est uniforme.

L'analyse du carbonate d'ammoniaque m'a donné,

Acide carbonique	55
Ammoniaque	20
Eau	25

Par conséquent, 100 parties d'ammoniaque exigent à

peu près 275 parties d'acide carbonique pour parvenir à l'état neutre.

§ III. *Du carbonate et des sous-carbonates de potasse.*

Bergman, qui le premier fit entrer les combinaisons de l'acide carbonique dans le système des combinaisons salines, fit connoître le carbonate de potasse que l'on obtient en saturant la potasse avec l'acide carbonique, mais il en donna une analyse dont l'inexactitude a déja été reconnue : selon lui 100 parties de ce sel sont composées de

Acide carbonique	20
Potasse	48
Eau	32

Kirwan et Pelletier en ont donné une analyse beaucoup plus exacte : selon Kirwan 100 parties contiennent

Acide carbonique	43
Potasse	41
Eau	16

Et selon Pelletier,

Acide	43
Potasse	40
Eau	17

D'après mes expériences, 100 parties de potasse exigent, pour parvenir à l'état neutre, 91 parties d'acide carbonique, et l'eau est un peu variable.

J'ai décrit dans les *Mémoires de l'Académie* (1780),

un moyen facile d'obtenir ce sel : il consiste à faire bouillir dans une cornue un mélange de sous-carbonate de potasse, et de sous-carbonate d'ammoniaque; celui-ci cède, en s'exhalant, l'acide carbonique nécessaire pour changer le sous-carbonate de potasse en carbonate, que l'on peut ensuite faire cristalliser par le moyen d'une évaporation ménagée. J'ai éprouvé qu'on ne pouvoit obtenir par le même moyen le carbonate de soude, et je n'ai retiré par l'évaporation que le sous-carbonate ordinaire.

Je ne décrirai pas le carbonate de potasse, qui est assez connu: je ferai seulement remarquer que ce sel reste à l'air sans tomber en déliquescence et sans attirer l'humidité; mais, si après avoir saturé d'acide carbonique une certaine quantité de potasse, et après avoir séparé la première cristallisation, qui est dans l'état neutre, on continue l'évaporation, la liqueur surnageante, dans laquelle les qualités alcalines étoient déja devenues dominantes, donne par une seconde cristallisation un sel qui n'est plus qu'un sous-carbonate; en continuant ainsi les évaporations et les cristallisations, on obtient successivement des sous-carbonates dans lesquels la proportion d'acide carbonique va en diminuant, et qui acquièrent de plus en plus la propriété de tomber en déliquescence.

De même, lorsqu'on traite un sous-carbonate ordinaire avec l'alcool, ainsi que je l'ai dit dans le mémoire cité, l'alcool opère une séparation d'une portion de potasse pure, mais son action ne peut en séparer assez

pour que le reste soit dans l'état de carbonate : le sel que l'on obtient ainsi, cristallise comme le carbonate; mais c'est un sous-carbonate qui tombe en déliquescence lorqu'il est exposé à l'air.

Il y a eu cette différence entre la saturation de la potasse et celle de la soude, que le liquide qui tenoit en dissolution la première, n'a pu perdre les caractères alcalins, quoiqu'elle refusât d'absorber l'acide carbonique avec une pression assez forte, pendant que la dissolution de la soude est parvenue même à donner des indices d'acidité : la première cependant donne par l'évaporation et par la première cristallisation un véritable carbonate. Le liquide qui contient la soude, quoiqu'avec des indices d'acidité, n'a pu me donner par la cristallisation après l'évaporation, qu'un sel qui donnoit des indices d'alcalinité : la première liqueur donne par les évaporations successives des sels dont l'alcalinité s'accroît graduellement; la seconde passe rapidement à un sel qui conserve les proportions que nous connoissons dans le sel de soude ordinaire. J'attribue cette différence à une plus grande disposition dans le carbonate de potasse à conserver l'état neutre par l'action réciproque des molécules intégrantes de ce sel, et à une plus grande disposition du sous-carbonate de soude à conserver les proportions qu'il a dans le sel de soude ordinaire : j'explique aussi par là la différence que m'ont présentée la potasse et la soude en les traitant avec le sous-carbonate d'ammoniaque.

§ IV. *Des carbonates considérés comme réactifs.*

LORSQUE les bases alcalines sont saturées de différens acides jusqu'au terme de neutralisation, les sels qu'elles forment contiennent des proportions de tous ces acides qui correspondent à leur capacité de saturation, en sorte que si une base comparée à une autre n'exige que la moitié d'un acide, elle n'aura également besoin que de la moitié d'un autre acide pour conserver l'état neutre.

Il suit delà que le carbonate de soude et ceux d'ammoniaque et de potasse doivent présenter les mêmes résultats, lorsqu'on les mêle, par exemple, avec une dissolution d'un sel à base calcaire neutre; car dans ce cas où il ne se fait pas de sel triple, cette base se trouve également dans l'état neutre après le mélange : c'est ce que l'experience confirme.

Si l'on verse une dissolution de l'un de ces trois carbonates avec une dissolution très-étendue de muriate de chaux neutre, le liquide reste également transparent: avec une proportion plus forte, il est d'abord transparent; puis il se trouble un peu, et si on le tient dans un vase fermé, il se fait un petit dépôt; après cela il reste constamment transparent, quoiqu'il n'y ait qu'une très - petite partie de combinaison de chaux qui se soit précipitée. On obtient des phénomènes semblables avec le muriate de baryte : le précipité qui se forme est dû à une petite portion de sel avec moins d'acide qui se sépare en laissant un petit excès d'acide

carbonique dans le liquide ; car, si l'on ajoute à celui-ci un petit excès de cet acide et qu'il soit assez étendu d'eau, il ne se fait point de précipité, et lorsqu'il commence à s'en former, on rétablit pour quelque temps la transparence en agitant le mélange.

On voit par là que l'on n'a distingué les précipitations des substances terreuses par les carbonates de soude, d'ammoniaque et de potasse, que parce que l'on a employé comme carbonates, des sous-carbonates inégalement saturés, de manière que l'on a dû avoir des précipités différens, selon l'état de saturation de chaque espèce d'alcali, et lorsqu'on précipite de la chaux, par exemple, ce n'est jamais un carbonate que l'on obtient, mais un sous-carbonate très-variable.

De même, les combinaisons d'acide carbonique et de chaux que l'on trouve dans la nature sont fort éloignées d'être un véritable carbonate : selon l'analyse de M. Kirwan, qui m'a paru assez exacte, ces sous-carbonates contiennent

Acide carbonique	45
Chaux.	55

L'expérience faite par les procédés ordinaires, ne laisse pas découvrir l'eau dont Bergman avoit admis 11 parties.

Ce qu'il y a de remarquable, c'est que ces chaux carbonatées paroissent toutes avoir les mêmes proportions d'acide carbonique, ou du moins avec des différences très-peu sensibles ; on doit attribuer cette uniformité à l'influence de la figure des molécules intégrantes, mais

il ne faut pas se hâter de tirer une conclusion générale: le sous-carbonate de soude paroît avoir une disposition pareille à ne pas varier dans les proportions avec lesquelles on le trouve combiné, et cependant l'observation de M. Klaproth a fait voir qu'il se trouvoit aussi naturellement dans des états très-différens de saturation.

M. Fourcroy (1) a très-bien observé que les alcalis produisent des effets différens sur le sulfate de magnésie, en raison de la quantité d'acide carbonique qu'ils contiennent, et de celle d'acide sulfurique qu'ils peuvent saturer, de manière que la magnésie reste en dissolution ou se précipite sous forme pulvérulente, ou donne des cristaux réguliers, selon la proportion d'acide carbonique qui peut se combiner avec elle dans une circonstance donnée : il décrit les cristaux que l'on obtient en précipitant le sulfate de magnésie par le carbonate d'ammoniaque, et en abandonnant la liqueur à l'air : il a trouvé que ces cristaux contiennent une quantité d'acide carbonique fort supérieure à celle que les autres chimistes avoient admise dans les sous-carbonates très-variables que l'on obtient par d'autres procédés : 100 parties de ce sel lui ont donné,

Magnésie	25 parties.
Acide carbonique	50
Eau	25

Ainsi, 100 parties de magnésie se combinent avec 200 parties d'acide carbonique, mais, comme on le verra,

(1) *Annales de chimie*, t. II.

cette proportion d'acide carbonique est encore inférieure à celle qui est nécessaire pour produire un état neutre.

J'ai saturé d'acide carbonique de l'eau dans laquelle j'avois introduit du sous-carbonate de magnésie : il s'en est dissous une quantité assez considérable; après cela le liquide rougissoit un peu la teinture de tournesol; il ne produisoit aucune impression sur les papiers teints avec le tournesol et le fernambouc ; il verdissoit le sirop de violette. Mais je n'ai pas obtenu ainsi des cristaux : je me bornerai à remarquer que cette dissolution avoit cette forte amertume qui caractérise les dissolutions de la magnésie, et M. Fourcroy dit que les cristaux qu'il a décrits n'avoient presque aucune saveur.

§ V. *De la capacité de saturation de l'acide carbonique.*

Bergman, dont le génie fit faire de si grands progrès à la chimie méthodique, mais qui, comme la plupart de ceux qui ouvrent une carrière nouvelle, tira de ses observations quelques conséquences prématurées, établit pour principe que telle est en général la nature des sels simples, que plus ils ont de puissance, moins ils exigent pour leur saturation, de la substance avec laquelle ils se combinent. Il fonda sur-tout cette opinion sur l'acide carbonique, qui, d'après ses expériences, se combine en moindre quantité avec les bases alcalines que l'acide sulfurique, l'acide nitrique et l'acide muriatique.

Au premier coup-d'œil, il doit paroître bien opposé à tout ce qu'on observe dans l'action des forces naturelles,

que l'effet d'une puissance soit d'autant plus petit que cette puissance est plus grande ; car, lorsqu'on avance que l'acide sulfurique exige moins de base alcaline pour parvenir à la saturation, on prononce qu'une moindre quantité de base opère la saturation de ses propriétés caractéristiques, ce qui est l'effet immédiat de la saturation : mais les apparences sur lesquelles ce raisonnement est fondé disparoissent, lorsque l'on compare les quantités qui sont nécessaires pour amener les bases alcalines à un terme comparable de saturation, c'est-à-dire à l'état neutre, ainsi que le prouvent les expériences décrites dans les paragraphes précédens.

M. Fourcroy a embrassé l'opinion de Bergman ; il s'exprime ainsi en expliquant sa neuvième loi de l'attraction de composition : *Plus les corps ont d'attraction pour d'autres corps, et moindre est la quantité qu'ils en exigent pour être saturé* (*Sytème des connoisances chimiques*, tome I ; et en traitant des carbonates, *tome IV*) : *C'est une règle générale en chimie pour les sels que plus les principes réciproques sont foibles, plus ils exigent réciproquement de bases, quand on considère les acides, ou d'acide quand on considère les bases.*

Si l'on admettoit ce principe, il faudroit nécessairement le restreindre aux acides ou aux bases alcalines, car l'inverse ne peut avoir lieu ; raisonnons en supposant le principe ; nous dirons : la potasse exige moins d'un acide quelconque que la soude, donc elle est un alcali plus puissant ; mais si nous disons qu'un acide

exige moins de soude que de potasse, nous devons en conclure que c'est la soude qui est la plus puissante.

Mais l'une et l'autre supposition ne peuvent se soutenir relativement à l'acide carbonique, que l'on regarde comme un acide plus foible que l'acide sulfurique, le muriatique et le nitrique, puisqu'il est prouvé qu'il en faut une plus grande quantité pondérale pour amener les bases alcalines à l'état neutre : d'un autre côté, la soude exige pour sa saturation plus d'acide sulfurique que d'acide muriatique, dont on regarde la puissance comme inférieure.

§ VI. *Des proportions des élémens dans les combinaisons.*

En examinant l'effet de l'action chimique, j'ai été nécessairement conduit à m'occuper des proportions réciproques qui peuvent entrer en combinaison : quoique cette question soit immédiatement liée aux notions de l'affinité, elle avoit peu attiré l'attention des chimistes.

Le résultat de mon observation a été, que l'action chimique n'étoit pas bornée à un point déterminé pour chaque espèce de combinaison ; mais que passé le terme que l'on regardoit comme celui de la saturation, elle pouvoit encore produire souvent d'autres combinaisons qui différoient par les proportions, et qu'en général l'action chimique d'une substance se prolongeoit indéfiniment jusqu'à ce qu'un obstacle qu'elle n'étoit plus capable de surmonter, en éteignît l'effet.

Cependant j'ai observé qu'il y avoit des combinaisons dont les proportions étoient constantes, telles que l'eau et l'ammoniaque, et d'autres qui ne paroissent s'établir que dans deux termes, telles que la combinaison de l'oxigène avec le mercure : j'ai remarqué que dans un nombre considérable de combinaisons, l'action réciproque déterminoit plus facilement certaines proportions que d'autres, en rendoit la combinaison plus stable et même en excluoit quelques-unes. J'ai cherché en conséquence qu'elles étoient les propriétés qui pouvoient limiter ainsi la puissance de la combinaison, et j'ai cru en trouver la cause principale dans la condensation qu'éprouvent les élémens qui se combinent, et qui est plus forte dans certaines proportions que dans d'autres, et dans la figure des molécules intégrantes des combinaisons qui passent à l'état solide; mais d'autres causes peuvent concourir à cet effet, et je n'ai pas cherché à donner aux explications fondées sur cette dernière considération, plus de valeur qu'elles ne doivent en avoir; j'ai même été très-réservé sur l'application de ces principes à l'oxidation et aux dissolutions des métaux, parce que l'état de l'oxidation et celui des dissolutions qui en dépendent, peut être souvent changé par les circonstances d'une opération que l'on fait pour les reconnoître.

M. Proust a combattu mes opinions sur cet objet : j'ai éprouvé une véritable satisfaction de ce qu'un observateur d'une si grande sagacité les ait soumises à sa critique; car ce n'est qu'après une discussion assez

approfondie, que l'on peut regarder comme fixées, des opinions qui sont fondées sur une multitude de faits qu'il faut comparer.

J'ai tâché d'éclaircir les doutes élevés par M. Proust, dans quelques articles insérés dans le *Journal de physique;* j'y reviens, parce que les observations que je présente ont un rapport immédiat avec notre discussion, mais il faut que je rappelle les principes de M. Proust.

Son opinion n'est pas simple; il la modifie selon les circonstances auxquelles il l'applique.

Il établit 1°. qu'une combinaison se complette de prime abord; ainsi il dit (1) : « Lorsqu'un verre de » potasse est exposé à l'air libre, toute molécule d'a- » cide carbonique qui s'en approche est saisie à l'instant » même par le nombre des molécules alcalines qui doi- » vent la transformer en carbonate. L'attraction est là, » comme on sait; elle veille, elle préside à ce nombre. » Cette combinaison introduit donc dans la potasse de » nouvelles portions de carbonate, mais d'un carbonate » complet; ce ne sont pas, comme on pourroit le croire, » des portions d'acide carbonique qui, en se partageant » entre les molécules de potasse, à mesure qu'elles y » arrivent, tendroient à les élever ainsi progressive- » ment à tous les termes intermédiaires qui sont entre » le zéro et le point de saturation : l'analyse nous fait » connoître que les choses ne se passent point ainsi.

---

(1) *Journal de physique*, t. LIX.

» Analysez des potasses qui ont absorbé de l'acide » carbonique ou dans lesquelles on a laissé tomber » quelques gouttes d'acide nitrique, sulfurique, etc., » vous n'y trouverez que du carbonate, du sulfate, du » nitrate saturé, et tout le reste de la potasse sera à » zéro, c'est-à-dire qu'une molécule de potasse, de » terre, d'oxide, qui se trouve en présence d'un acide, » n'attire ni la moitié ni le quart de ce qui peut con- » venir à la saturation; dès le contact même, elle se » constitue combinaison complette en obéissant aux » rapports qui lui assignent ses affinités. »

Il établit, 2°. qu'il y a dans les combinaisons un *maximum* et un *minimum*, et que tous les degrés intermédiaires sont exclus : c'est sur-tout aux oxides et aux sels métalliques qu'il paroît appliquer ce principe, que l'on peut adopter sans inconvénient, lorsqu'il ne s'agit que d'indiquer vaguement l'état d'un oxide ou d'une combinaison ;

3°. Que les combinaisons dont les proportions sont fixes, peuvent s'unir à un excès de l'un des élémens dans une progression indéfinie, sans circonscrire les caractères qui distinguent la combinaison de cette autre espèce d'union. On sent qu'au moyen de cette dernière distinction, il est difficile de lui opposer une observation qu'il ne trouve un moyen d'expliquer.

Je me bornerai ici à examiner la première supposition que M. Proust paroît appliquer exclusivement aux combinaisons des acides avec les alcalis : l'analyse qu'il invoque fait voir tout le contraire de ce qu'il avance;

si la potasse n'a été combinée qu'avec quelques parties d'acide carbonique, jamais M. Proust n'a pu séparer cette petite portion de carbonate qu'il suppose avoir une existence isolée, qu'en employant des moyens compliqués, et l'action d'autres substances qui pouvoient opérer, au moyen de leur affinité, la séparation de tout ce qui est superflu à la combinaison du carbonate. Lors même qu'on emploie l'alcool, il ne peut s'emparer de toute la potasse; il se fait un partage, au moyen duquel le carbonate retient un excès de potasse qui lui permet de cristalliser; mais les cristaux tombent en déliquescence, et ne sont pas le véritable carbonate. Si l'on prend une dissolution de sous-carbonate de soude assez rapprochée pour que l'acide carbonique ne soit pas retenu par l'eau, la plus petite goutte d'acide y produit une effervescence; mais si le carbonate étoit isolé de la soude, un autre acide commenceroit par se combiner avec l'alcali pur, au lieu de décomposer le carbonate.

Je présume que M. Proust a considéré le sous-carbonate de soude et celui d'ammoniaque comme des combinaisons complètes; qu'il n'y a point distingué jusqu'à présent de l'alcali pur et du carbonate, et cependant ces combinaisons n'ont encore qu'une petite partie de l'acide qui est nécessaire, et qu'elles peuvent prendre pour leur neutralisation.

On a vu que les trois alcalis se combinent avec des proportions d'acide carbonique qui paroissent suivre une progression continue, quoique ces combinaisons soient plus disposées à s'arrêter à certaines proportions : les

sels qui en résultent ont la propriété de cristalliser, d'être déliquescens, effervescens ou constans à l'air, d'avoir une solubilité différente et une action particulière sur les autres substances, selon les proportions de leurs élémens. Toutes ces propriétés me paroissent ne pouvoir se concilier avec l'opinion de M. Proust; mais on va voir que l'acide carbonique est bien loin d'être le seul qui ait la propriété de former des combinaisons dont les proportions varient indubitablement.

§ VII. *De quelques combinaisons acidules et alcalinules.*

En décidant que les combinaisons des acides avec les alcalis se complettent immédiatement, M. Proust a entièrement négligé ces sels avec excès d'acide qui sont très-communs en chimie, tels que les oxalates acidules, les tartrites acidules, les phosphates acidules, qui certainement ont une existence bien caractérisée et bien distincte de celle des mêmes combinaisons à l'état neutre, sans que je puisse apercevoir par quelle explication plausible on peut dire que de pareilles combinaisons se complettent immédiatement, et se fixent à un seul terme.

J'ai fait voir (*Essai de Stat. chim.*, tome I, p. 366,) que le sulfate acidule de potasse pouvoit varier indéfiniment par l'excès d'acide, et qu'il en étoit de même du phosphate acidule de chaux et du sulfate acidule de soude. Ce dernier sel, que j'avois cru ne point tomber

en efflorescence lorsqu'il a un excès considérable d'acide, montre réellement la propriété d'effleurir lorsqu'on le laisse assez long-temps exposé à l'air : je demande comment un sel qui ne tiendroit pas en combinaison une portion de l'acide sulfurique, pourroit tomber en efflorescence à l'air, c'est-à-dire abandonner l'eau de cristallisation et devenir hygrométriquement sec, pendant que l'acide sulfurique attire si puissamment l'humidité?

L'analogie doit faire conclure que ceux des sels acidules dont on n'a pas examiné les variations, pourront aussi présenter des quantités différentes dans l'excès d'acide qu'ils retiennent.

Le phosphate de soude peut non seulement cristalliser avec un excès d'acide, mais encore avec un excès de soude, en sorte qu'on peut l'avoir doué de toutes les propriétés des combinaisons salines qui cristallisent, ou dans l'état neutre, ou avec un excès variable d'acide ou d'alcalis; mais les combinaisons de cet acide vont être le sujet d'autres observations.

§ VIII. *Observations sur les phosphates.*

Lorsque j'ai lu ce mémoire, j'ai dit que dans des expériences réitérées je n'avois point obtenu de quantité sensible de sulfate de magnésie, en suivant le procédé que MM. Fourcroy et Vauquelin ont décrit pour séparer la magnésie des os; mais l'assertion positive de mes confrères ne me permet pas de conserver des doutes sur

leur résultat : je borne donc mes observations à celles qui concernent l'action réciproque de la chaux, de la potasse et de l'acide phosphorique.

J'avois remarqué (*Recherches sur les lois de l'affinité*), qlue orsqu'on fait bouillir jusqu'à dessiccation deux parties de potasse avec une partie de phosphate de chaux, la potasse enlève à la chaux une proportion indéterminée d'acide phosphorique, et selon MM. Fourcroy et Vauquelin (1), *la potasse sépare la chaux de l'acide phosphorique; mais elle n'en sépare qu'une bien petite quantité*, *et seulement quand la potasse est employée elle-même à grande dose*, *tandis que la chaux enlève entièrement et complettement la potasse à l'acide phosphorique*.

M. Théodore de Saussure a fait sur cet objet des expériences positives (2) : 300 parties de potasse dans un poids double d'eau, ont dissous 16 parties de phosphate de chaux sur 25; une seconde expérience faite à sec a donné un résultat semblable. On voit donc que le phosphate de chaux peut être dissous en grande partie par la potasse; mais M. de Saussure ne me paroît pas avoir vu clairement ce qui se passe dans cette occasion, parce qu'il n'a pas fait attention aux changemens de proportions qui ont lieu. Je vais donner le résultat de mes observations.

---

(1) *Annales du Muséum d'hist. natur.* cahier 36. — *Annales de chimie*, t. XLVII.

(2) *Recherches chimiques sur la végétation*, p. 324.

La potasse en liqueur, employée même à petite dose, enlève au phosphate de chaux une certaine quantité d'acide phosphorique, comme on peut s'en assurer en la neutralisant par un acide, et en versant ensuite un peu de muriate de chaux qui forme aussitôt un précipité de phosphate de chaux : si l'on emploie successivement beaucoup de potasse, on peut enlever ainsi au phosphate de chaux une partie considérable de son acide phosphorique; mais, dans ce cas, on n'enlève point de chaux avec l'acide; du moins un oxalate n'en fait point apercevoir, de même que la potasse qu'on a fait bouillir avec le carbonate de chaux devient effervescente sans donner aucun indice de la présence de la chaux.

Si la potasse est en forte proportion et condensée, comme dans les expériences de M. de Saussure, elle dissout en même temps de la chaux, mais en proportion beaucoup moindre qu'elle ne prend l'acide phosphorique, en sorte qu'il se forme alors deux combinaisons, l'une qui reste liquide, et qui est ce que M. de Saussure appelle *potasse phosphatée de chaux*, et l'autre qui résiste à la dissolution, et qui est un phosphate privé d'une partie de l'acide phosphorique ou un sous-phosphate.

M. de Saussure dit que la potasse phosphatée de chaux, même lorsqu'on la neutralise avec un acide, retient une partie de chaux qu'un oxalate ne peut déceler : je crois que l'effet dont il parle est très-petit, et que son opinion vient de ce qu'il a supposé que le phosphate de chaux étoit dissous par la potasse, sans

changer de proportion, de sorte qu'il a été surpris de ne retrouver qu'une petite partie de chaux; mais cette indication de l'oxalate dépend de ce qu'il s'est réellement dissous une proportion de chaux beaucoup moindre que d'acide phosphorique.

Lorsqu'on a précipité le phosphate de potasse par l'eau de chaux, la liqueur filtrée et amenée à l'état neutre se trouble un peu avec un oxalate, en sorte qu'une partie de la chaux reste en combinaison triple et forme ce que M. de Saussure appelle *phosphate potassé de chaux*. Mes observations confirment, à cet égard, celles de M. de Saussure, si ce n'est que je n'ai point vu, ainsi qu'il le dit, que si l'on mêle à la solution de potasse vingt ou trente fois son volume d'eau de chaux, le mélange conserve toute sa transparence; j'ai observé, au contraire, que le liquide se troubloit dès qu'on y ajoutoit un peu d'eau de chaux, et je soupçonne que M. de Saussure aura employé un acide phosphorique préparé par l'action de l'acide nitrique sur le phosphore, et qu'il n'en aura pas chassé tout l'acide nitrique; mais en employant l'acide phosphorique le plus pur, on trouve également qu'il se forme un phosphate potassé de chaux, dans lequel, à la vérité, la chaux est en petite proportion. M. de Saussure a de plus observé que le précipité que l'on forme par l'eau de chaux *n'est point du phosphate de chaux; c'est un phosphate potassé de chaux devenu insoluble à l'eau par un excès de terre*.

J'ai fait bouillir du phosphate de potasse avec poids

égal de chaux, c'est-à-dire avec une quantité beaucoup plus considérable que ce qu'il en falloit pour neutraliser l'acide phosphorique ; la liqueur filtrée après l'ébullition a précipité abondamment avec l'eau de chaux, soit par l'action de la chaux sur l'acide phosphorique, soit à cause de la diminution de celle de la potasse, par l'effet qu'exerce sur elle la quantité d'eau ajoutée : ayant rendu la liqueur neutre et y ayant ajouté du muriate de chaux, elle ne s'est point troublée d'abord, mais il s'est fait peu à peu un précipité de phosphate de chaux ; de l'oxalate ajouté à une autre partie de la liqueur neutre y a produit un précipité beaucoup moins considérable que le précédent : de sorte que, encore ici, l'acide phosphorique étoit en plus grande proportion que la chaux.

On retrouve donc dans l'action de la chaux sur le phosphate de potasse des phénomènes qui correspondent avec ceux que l'on observe dans l'action de la potasse sur le phosphate de chaux, toutefois avec la différence qui dépend de celle de l'affinité des bases pour l'acide et de l'action de l'eau sur les combinaisons de ces bases.

Les faits que je viens d'exposer ne sont point, comme on l'avance dans les mémoires que j'ai cités, un cas particulier pour lequel il faille invoquer la puissance des masses : ils sont analogues à la décomposition imparfaite du phosphate de chaux par l'acide sulfurique que M. Fourcroy rappelle dans sa notice, à la décomposition incomplette du tartrite de chaux par la potasse que

M. Vauquelin a fait connoître (1), à la décomposition incomplette du muriate de plomb par la soude, sur laquelle on doit aussi, à M. Vauquelin, des observations intéressantes (2); ils sont analogues à un grand nombre d'autres faits qui sont entrés dans mes considérations sur l'affinité : leur théorie se lie immédiatement à la question des proportions variables dans les combinaisons dont je viens d'augmenter les exemples, et à l'opinion que l'on doit prendre de l'affinité chimique.

§ IX. *Des caractères de l'affinité.*

Les différentes proportions qui peuvent entrer dans les combinaisons, et les changemens qu'elles peuvent éprouver par l'action des autres substances, selon son énergie, font voir que l'affinité produit un effet qui peut ne pas se completter et n'être pas détruit immédiatement, mais qu'il faut lui attribuer une sphère d'activité dans laquelle sa force décroît en raison de la distance, quoique celle-ci soit insensible pour nous.

Ce résultat est absolument contraire à l'idée qu'on s'est formée de l'affinité élective : pour discuter l'opinion que l'on en avoit conçue, j'ai suivi pas à pas l'illustre Bergman, que je devois regarder comme l'auteur de l'opinion dominante sur l'affinité chimique : j'ai tâché de faire voir que les précipitations, dont on s'étoit servi

---

(1) *Annales de chimie.*

(2) *Annales de chimie*, t. XXXI.

pour déterminer les différens degrés d'affinité, et pour construire les tables de leurs rapports, ne présentoient qu'un phénomène trompeur qui étoit dû principalement à la différente solubilité des combinaisons, et que les effets que l'on attribuoit, lorsque deux combinaisons font un échange de bases, à l'excès de deux affinités réunies sur deux autres opposées, étoient entièrement dus à la différence de solubilité dans les combinaisons, qui peuvent se former dans une circonstance donnée. Cependant M. Fourcroy s'explique ainsi sur mes recherches dans le discours préliminaire de son vaste et savant ouvrage (*Syst. des connoiss. chim.*). *Ces recherches ne doivent rien changer aux principes de la chimie sur les attractions chimiques, puisque les lois de celles-ci ne sont exposées qu'en supposant des quantités exactes, constantes et bien déterminées, comme des températures, et en général des circonstances données.*

Si l'on avoit attaché la détermination des affinités électives à des proportions bien déterminées, on auroit fait entrer cette considération dans l'évaluation des affinités comparatives, et si l'on avoit limité ainsi cette détermination, on n'auroit rien fait pour l'explication de la plupart des phénomènes qui dépendent de cette force; mais je ne vois pas qu'on ait fait, relativement à l'affinité, aucun usage des proportions qui entrent dans les combinaisons, si ce n'est pour établir le principe dont j'ai montré l'inexactitude § V : à cette exception près, ce n'est pas ainsi que M. Fourcroy a considéré lui-même les attractions électives; en effet il dit, page 76, tome I,

en examinant ce qui arrive lorsqu'un corps agit sur une combinaison : *c'est dans les deux derniers cas qu'il faut nommer avec Bergman attraction élective la force qui opère la décomposition, puisque cet effet n'est que la suite d'une attraction de choix, en quelque sorte, entre l'un des principes du premier composé et le troisième corps qu'on y ajoute.*

On voit par ce dernier passage, qu'il est difficile d'accorder avec celui que j'ai cité précédemment, et par les explications répandues dans son ouvrage, que M. Fourcroy a adopté, sur l'attraction chimique, les opinions de Bergman, à part ce qu'il a appelé *attraction superflue*, et qu'ainsi, pour maintenir le jugement qu'il a porté sur mes recherches, il doit, en sortant du vague, descendre dans le détail des faits que j'ai opposés à l'affinité élective, ou indiquer les vices des raisonnemens qui m'ont conduit à d'autres conséquences.

En attendant cette discussion qui ne peut qu'être utile aux progrès d'une science à laquelle nous prenons un égal intérêt, je continuerai à donner des développemens à mon opinion.

§ X. *De la détermination des affinités des différentes substances.*

Comme les acides et les alcalis forment deux classes nombreuses de substances dont l'action chimique et réciproque est très-puissante, et comme les effets y sont plus faciles à déterminer et à comparer que dans les

autres substances, ce sont principalement les acides et les alcalis que les chimistes ont choisis pour reconnoître les lois de l'action chimique, ou les caractères et les effets de l'affinité.

Si j'ai prouvé que les précipités que d'autres substances peuvent produire dans une combinaison sont principalement l'effet d'une différence de solubilité, et que ceux qui se forment dans le mélange de deux combinaisons neutres sont uniquement l'effet de cette cause (et je crois en avoir donné des preuves qu'il ne sera pas facile de réfuter), il est manifeste que toutes les graduations d'affinité, et que toutes les tables d'affinités par lesquelles on les a représentées, d'après les précipitations, sont destituées de fondement, et qu'il faut avoir recours à une autre méthode.

Il m'a paru naturel de comparer des forces par les effets qu'elles peuvent produire dans les mêmes circonstances, et de mesurer l'énergie d'un acide par la saturation qu'il peut produire lorsqu'on le combine avec un alcali, en prenant pour tous les acides le même terme de saturation : or, le seul que l'on puisse choisir, parce qu'il est le seul que l'on puisse comparer exactement, est celui où les propriétés qui caractérisent les acides et les alcalis ont également disparu par l'effet de leur action réciproque ; ce qui constitue l'état neutre. J'ai donc regardé l'acidité comparative des différens acides, comme proportionnelle à la quantité pondérale d'un alcali qu'il pouvoit amener à l'état neutre ; et en appliquant les mêmes considérations aux différens alcalis,

j'ai comparé leurs forces respectives aux quantités d'acide qu'ils pouvoient saturer.

M. Richter avoit employé cette méthode avant moi, mais il n'en avoit appliqué la conséquence qu'aux acides, et il avoit regardé, au contraire, les bases comme d'autant plus puissantes qu'elles entroient en plus grande quantité dans les combinaisons.

Cette différence entre les acides et les alcalis dont il s'agit de déterminer l'énergie, ne me paroît avoir aucun fondement; car l'attraction chimique est réciproque, et l'acide n'agit pas plus ni d'une autre manière sur l'alcali, que celui-ci sur l'acide. Au reste, M. Richter a fait entrer dans ces considérations des opinions hypothétiques sur les propriétés des nombres, et beaucoup d'autres qui, au jugement même des savans de l'Allemagne (1), jettent beaucoup d'obscurité sur des recherches souvent très-utiles, et suivies avec beaucoup de constance.

Un fait important qu'on doit à M. Richter, c'est que, lorsqu'on fait un mélange de différens sels qui sont susceptibles de faire un échange de base et qui sont dans l'état neutre, cet état subsiste après l'échange; ce qui prouve que tous les acides suivent les mêmes rapports de quantité avec les différentes bases alcalines avec lesquelles ils parviennent à l'état neutre, et que la même condition a lieu pour les alcalis relativement aux acides. Ce n'est donc pas par hypothèse que l'on doit

---

(1) Voyez une note de M. Fischer, *Essai de stat. chim.* t. I, p. 134.

considérer l'acidité et l'alcalinité comme une propriété commune à tous les acides et à tous les alcalis, et dont l'énergie comparative peut être évaluée par les quantités respectives qui sont nécessaires pour produire l'état neutre.

M. Guyton, qui ne connoissoit pas les recherches de M. Richter, avoit également fait l'observation intéressante du maintien de l'état neutre malgré l'échange des bases, et il avoit proposé cette propriété comme un moyen de reconnoître si les proportions attribuées aux différentes combinaisons par les chimistes, étoient réelles; car ces proportions doivent donner par le calcul des quantités propres à conserver l'état neutre, lorsqu'il se fait un échange de base (1).

J'ai aussi fait beaucoup d'expériences pour constater cette propriété, et j'ai toujours observé l'effet qui a été découvert par les deux chimistes précédens : je n'ai trouvé un petit changement d'état que dans le mélange du phosphate neutre à base de potasse ou de soude, avec un sel neutre à base de chaux ou de baryte, et dans le mélange du fluate d'ammoniaque avec les mêmes sels à base terreuse. Le liquide devenoit légèrement acide, mais il est manifeste que cet effet n'est dû qu'à la propriété que possèdent les phosphates et les fluates de prendre un excès de base; car, si l'on abandonne pendant deux ou trois jours le liquide sans en séparer le précipité, l'excès d'acidité qu'il avoit d'abord, disparoît presque entièrement.

(1) *Mémoires de l'Institut*, t. II.

J'ai de plus observé que celles des dissolutions métalliques qui peuvent parvenir à l'état neutre, ou qui ne conservent qu'un très-foible excès d'acide, sont soumises à la même loi; il me paroît donc qu'il est permis de conclure que c'est un caractère général de l'affinité chimique.

C'est une conséquence des observations précédentes, qu'il est important, pour comparer les forces par lesquelles les différentes substances exercent une action réciproque, de reconnoître quelles sont les quantités pondérales de chacune qui sont nécessaires pour produire l'état neutre, et cette connoissance est encore très-avantageuse pour déterminer, par le moyen des combinaisons que l'on forme, les proportions des substances que l'on sépare dans les analyses.

Aussi les chimistes se sont-ils beaucoup occupés de ce travail important, mais on est encore loin d'avoir rempli cet objet.

Les réflexions que je viens de présenter ne sont qu'un extrait de ce que j'ai exposé dans mes *Recherches sur l'affinité*, et dans mon *Essai de statique chimique;* mais j'ai dû les rappeler à cause de leur liaison avec les considérations qui vont suivre.

§ XI. *De la détermination des quantités d'acide réel dans l'acide muriatique selon sa pesanteur spécifique.*

Pour déterminer les proportions des parties constituantes des sels, et pour estimer la force comparative

des différens acides et des différens alcalis, et les quantités que l'on met en action lorsqu'on les emploie dans l'état liquide, il est toujours avantageux, et il est souvent indispensable de connoître quelle est la quantité d'acide ou d'alcali réel qui se trouve dans l'eau en formant une liqueur d'une pesanteur spécifique connue; mais cette détermination offre des difficultés qu'il est souvent difficile de surmonter, et même, dans tous les cas, on ne peut parvenir qu'à une approximation plus ou moins grande.

M. Kirwan s'est occupé avec beaucoup de constance de cet objet, sur lequel je vais présenter mes observations. Il a publié à différentes époques des tables sur les proportions d'acide sulfurique, nitrique et muriatique qui se trouvent dans les liquides ainsi nommés, selon leur pesanteur spécifique, en comparant d'abord la quantité d'acide qu'ils contiennent à celle d'un acide d'une certaine concentration, qu'il appeloit *acide de comparaison*, *standard acid;* et dans son dernier ouvrage il a substitué à l'acide de comparaison la quantité d'acide réel, qu'il a déterminée en cherchant quelle quantité de son acide de comparaison se trouvoit dans une certaine combinaison saline dans laquelle il connoissoit la quantité pondérale de la base (1).

---

(1) Voyez les *Mémoires de l'Académie de Dublin*, t. IV, et *Additional observations*, etc.

Je dois prévenir que je n'ai pu me procurer ce dernier ouvrage, et que je ne le connois que par l'excellent extrait qui s'en trouve dans la *Bibliothèque britannique*, t. XIV et XV.

Ainsi pour l'acide muriatique il a d'abord formé une table qui présente les quantités d'acide de comparaison qui se trouvent dans l'acide muriatique, selon sa pesanteur spécifique. Pour avoir cet acide de comparaison, il a combiné 10 grains de gaz muriatique, dont il avoit déterminé la pesanteur spécifique, avec poids égal d'eau, et il dit que le volume de cette eau, qui étoit 10, est devenu 13.3 : il en a conclu qu'alors sa gravité spécifique étoit à peu près 1.5; mais je ne conçois pas comment il a pu combiner ces proportions de gaz muriatique, et former un acide muriatique qui eût une telle pesanteur spécifique, lui qui reconnoît que l'acide muriatique le plus concentré que l'on puisse obtenir et conserver facilement, est d'une pesanteur spécifique de 1.196; en effet, je n'ai pu surpasser cette pesanteur spécifique que de quelques millièmes : d'ailleurs, est-il facile de déterminer les changemens de volume dans une si petite quantité? Il est donc permis d'avoir des doutes sur la rigoureuse exactitude de cette expérience fondamentale.

Selon M. Kirwan, le gaz muriatique se combine avec l'eau sans produire de chaleur sensible, et l'on verra par l'expérience que je décrirai, qu'il s'en dégage beaucoup sans que l'on puisse distinguer la partie qui dépend de la condensation du gaz, de celle qui peut être due à la condensation que l'eau doit éprouver elle-même; et comme M. Kirwan attribue à l'acide muriatique tout ce qui est ajouté à la pesanteur spécifique de l'eau, ce qui l'élève à une pesanteur spécifique de 3.03, son

calcul ne se trouve fondé que sur une base chancelante, ainsi que l'a déja fait voir M. Keir.

Pour convertir en acide réel son acide de comparaison qu'il suppose avoir 1.5 de pesanteur spécifique, M. Kirwan s'est servi de sa combinaison avec la potasse; mais cette évaluation est sujette à une égale incertitude.

Il emploie une dissolution de carbonate ordinaire de potasse, *mild vegetable alcali;* il la sature avec son acide muriatique : il prend la pesanteur spécifique de la combinaison, et il fait une dissolution d'un poids connu de muriate de potasse, en sorte qu'elle ait la même pesanteur spécifique : ayant déterminé par là combien il a formé de muriate de potasse, il déduit du poids de l'alcali employé, celui de l'acide qui est entré en combinaison avec lui et qu'il regarde comme acide réel : il conclut delà combien son acide de comparaison contient d'acide réel, et il substitue celui-ci au premier dans sa table; mais il ne dit point comment il a déterminé la quantité de potasse que contenoit son carbonate de potasse, et il faut encore qu'il reconnoisse par une expérience la quantité d'eau que l'on doit admettre dans le muriate de potasse.

Il est facile de voir qu'un si grand nombre d'évaluations nécessaires pour établir les proportions d'une combinaison ne permet pas de leur assurer un grand degré de précision; car les erreurs inévitables dans chacune peuvent s'accumuler dans le résultat définitif.

Il y a même une erreur nécessaire : lorsque M. Kirwan décompose le carbonate de potasse par l'acide

muriatique qu'il verse par petites portions pour parvenir à l'état neutre, la liqueur doit retenir beaucoup d'acide carbonique, et sa pesanteur spécifique, diminuée par cette circonstance, ne peut plus indiquer un rapport exact avec la dissolution de muriate de potasse qu'il lui compare.

J'ai employé un moyen plus direct : j'ai mis en distillation du muriate de soude avec poids égal d'acide sulfurique affoibli : la cornue placée sur un bain de sable communiquoit avec un tube de verre d'un mètre de longueur ; celui-ci étoit logé dans une caisse remplie d'un mélange de glace pilée et de muriate de soude, et communiquoit à un petit ballon également entouré du mélange réfrigérant : un tube qui partoit de ce ballon plongeoit dans un flacon qui contenoit 400 grammes d'eau.

Après l'évacuation de l'air, le gaz étoit entièrement absorbé par l'eau, qui s'est peu à peu échauffée assez fortement pour que la main en supportât difficilement la chaleur, quoique la quantité de l'acide condensé n'ait pas été grande et que l'opération ait duré près de deux heures ; il me paroît donc qu'il a dû se développer beaucoup plus de chaleur dans cette opération, que si l'on eût mêlé un poids égal d'acide sulfurique concentré avec la même quantité d'eau : M. Biot a aussi observé que le gaz muriatique produisoit beaucoup de chaleur en s'unissant à l'eau.

Je voulois avoir un acide qui fût peu concentré, pour l'employer sans crainte d'exhalaison dans les expé-

riences que je dois décrire; les 400 grammes d'eau avoient absorbé 56.975 grammes d'acide muriatique; la liqueur avoit une pesanteur spécifique de 106.14, et par conséquent 100 parties contenoient 12.467 d'acide, tel qu'il est dans le gaz muriatique dépouillé d'eau par un grand refroidissement.

Le mélange réfrigérant avoit fait baisser, pendant la durée de l'opération, le thermomètre centigrade entre 12 et 13 degrés au dessous de la congélation, en sorte que le gaz réduit à ce degré de température a dû non seulement abandonner l'eau qui produit les effets hygrométriques, mais peut-être une partie de celle qui ne peut pas contribuer à ces effets, parce qu'elle est trop fortement combinée, d'autant plus que la partie d'acide qui s'est fixée en liquide dans les vases qu'elle a parcourus, tendoit à la retenir. On verra dans la suite de ce mémoire que le gaz muriatique dont je me suis servi, est loin de pouvoir être regardé comme l'acide réel; mais il peut être considéré comme une quantité constante, au moyen de laquelle l'on peut déterminer exactement les proportions des muriates et les comparer avec les combinaisons des autres acides.

§ XII. *De l'ammoniaque réelle dans l'ammoniaque en liqueur.*

Je me suis servi pour cette détermination du procédé que j'ai décrit pour l'acide muriatique; 200 grammes d'eau ont absorbé 19.206 grammes d'ammoniaque, et après cela la liqueur avoit une pesanteur spécifique de

9656, d'où il résulte que 100 parties en contenoient 8.761 d'ammoniaque.

Il s'est dégagé dans cette opération beaucoup moins de chaleur que dans la condensation du gaz muriatique, quoique les pesanteurs spécifiques de ces deux gaz fassent voir qu'il s'est condensé un volume plus grand de gaz ammoniaque que de gaz muriatique, et quoiqu'il se soit condensé dans moitié moins d'eau : cet effet peut indiquer que le gaz ammoniaque contient moins de calorique que le gaz muriatique; mais il est probable qu'il dépend principalement de ce qu'il exerce une action moins forte sur l'eau, d'où vient que l'ammoniaque en liqueur a beaucoup de tension, pendant que l'acide muriatique, même fumant, surpasse peu l'eau à cet égard, ainsi qu'on l'a observé dans des expériences faites avec M. Biot. Je crois, d'après cette considération, que l'ammoniaque devoit avoir retenu bien peu d'eau, après avoir été soumise à un froid de 12 à 13 degrés, et que dans cet état elle peut être prise pour une quantité réelle; ce que d'autres considérations confirmeront.

M. Davy a aussi cherché à déterminer la quantité d'ammoniaque réelle en recevant dans l'eau le gaz ammoniacal; la seule différence qu'il y ait, c'est qu'il n'a pas employé le froid pour séparer l'eau du gaz, et cette différence en produit une petite dans les quantités qu'il a indiquées dans une table qu'il a donnée pour différentes pesanteurs spécifiques; une liqueur d'une pesanteur spécifique de 9639 indique dans sa table pour 100 parties 9.50 d'ammoniaque réelle, et la

mienne ramenée à cette pesanteur spécifique en contiendroit 8.93.

M. Kirwan a employé une méthode plus compliquée pour déterminer les quantités d'ammoniaque dans les différentes combinaisons. Il a décomposé, par le moyen de la chaux, le carbonate d'ammoniaque en le supposant constant, et il a évalué l'acide carbonique qui a été retenu par la chaux, et l'ammoniaque qui s'est dégagée; il a ensuite employé ce carbonate d'ammoniaque, dont il avoit ainsi déterminé la quantité réelle d'ammoniaque : il est facile de voir que ce moyen ne pouvoit le conduire qu'à des déterminations incertaines, et, en effet, on en trouve de très-discordantes; ainsi, 100 parties d'ammoniaque exigeroient, selon lui, 152.68 d'acide muriatique et 333.80 d'acide sulfurique, c'est-à-dire plus du double du dernier, pendant que 100 parties de potasse neutralisent 56.30 d'acide muriatique, et seulement 82.48 d'acide sulfurique.

§ XIII. *De l'affinité comparative de différentes bases alcalines avec l'acide muriatique.*

Il suit des principes que j'ai rappelés dans ce mémoire que pour comparer la force des différens alcalis relativement aux acides, il suffit d'établir les proportions des bases alcalines qui sont nécessaires pour saturer une quantité donnée d'un acide, et que les mêmes rapports existent entre ces bases et les autres acides; j'ai choisi pour faire cette comparaison l'acide muriatique dont j'ai déterminé la quantité d'acide, § XI.

La potasse a été préparée avec l'alcool, et amenée à l'état sec, elle a été tenue en fusion pendant un quart d'heure dans un creuset de platine.

100 parties de cette potasse dissoutes dans l'eau exigent, pour parvenir à l'état neutre, d'acide muriatique, 61.5.

100 parties de soude qui a été préparée comme dans l'expérience précédente, 88.

Pour la chaux on s'est servi de marbre blanc, son analyse avoit fait voir qu'il contenoit 53.67 de chaux.

100 parties de chaux ont exigé 134.28.

Mais, comme dans cette évaluation, on suppose que le marbre ne contient point d'eau, je crois devoir porter ce nombre à 136, mais avec quelque incertitude.

Comme la magnésie préparée par la calcination se seroit dissoute avec difficulté, on s'est servi d'un sous-carbonate de magnésie, dans lequel on avoit trouvé 40.12 de magnésie : 100 parties de magnésie ont neutralisé 173.69.

On a pris une eau de baryte qui en contenoit, par kilogramme, 15.588 grammes : 100 parties de baryte ont neutralisé 43.68.

100 parties d'ammoniaque, déterminées comme on l'a vu, § XII, ont exigé 213.

L'expérience faite avec l'ammoniaque, dans cette circonstance et dans les autres semblables, a donné beaucoup plus d'inégalité dans différentes épreuves que les autres alcalis, qui n'ont, au contraire, présenté que de très-petites différences : tous les nombres

indiqués sont le terme moyen de deux épreuves très-rapprochées par leur résultat.

Les nombres qui expriment les quantités d'acide muriatique qui ont été nécessaires pour neutraliser 100 parties pondérales de chaque alcali, représentent les puissances comparatives de ces alcalis dans le même ordre que je les avois présentées dans l'*Essai de statique chimique*, tome I, section 2, d'après les expériences de M. Kirwan; mais les distances intermédiaires diffèrent de celles qui seroient conclues de ses expériences et de ses tables des quantités d'acide réel.

Je n'ai pas compris la strontiane dans mes expériences; mais il paroît par celles de M. Kirwan et d'autres chimistes, qu'elle doit être placée entre la potasse et la baryte; cependant les résultats de M. Richter assigneroient sa place entre la soude et la potasse : il résulteroit encore de ses expériences que la magnésie exigeroit une plus grande quantité d'acide que l'ammoniaque; mais malgré quelques doutes qui peuvent rester sur les quantités d'acide qui neutralisent l'ammoniaque, la magnésie lui est certainement fort inférieure, et mes expériences sont d'accord en cela avec celles de M. Kirwan.

§ XIV. *Application des expériences précédentes aux carbonates.*

Les quantités d'acide carbonique qui sont nécessaires pour saturer les différentes bases, doivent se trouver en rapport avec celles d'acide muriatique qui produisent le même effet : comparons ces quantités.

Pour faire cette comparaison, il est à propos de faire une petite addition aux poids d'acide carbonique que j'ai donnés § I, II, III, parce que le liquide retenoit une certaine quantité d'acide carbonique, quoiqu'on y ajoutât un excès d'acide sulfurique pour le chasser, et la partie vide de l'appareil, quoiqu'il eût de petites dimensions, devoit aussi en retenir un peu : cette quantité doit être la même pour chaque base ; je l'évalue à 0.04 que j'ajoute aux quantités que j'ai indiquées. Après cette correction les quantités d'acide carbonique nécessaires pour saturer 100 parties de potasse, de soude et d'ammoniaque, sont à peu près comme les nombres suivans :

Pour la potasse	95
La soude	144
L'ammoniaque	279

On voit d'abord que ces trois bases alcalines suivent pour l'acide carbonique la même progression que pour l'acide muriatique, et si l'on compare aux nombres précédens ceux qui représentent les quantités d'acide muriatique, que ces mêmes bases exigent pour le même degré de saturation, c'est-à-dire pour

La potasse	61.5
La soude	88
L'ammoniaque.	213

on trouvera que les proportions de l'un et de l'autre acide avec la potasse et la soude, sont autant d'accord qu'on peut l'attendre d'expériences qui exigent chacune deux évaluations différentes : la proportion de l'acide

carbonique avec l'ammoniaque, s'éloigne beaucoup plus de celle qui est indiquée par le muriate d'ammoniaque; mais il faut observer que pour la déterminer, il m'a fallu d'abord établir la proportion d'acide muriatique qui neutralise l'ammoniaque, et ensuite reconnoître, au moyen de cette première évaluation, la quantité d'ammoniaque qui existe dans le carbonate d'ammoniaque, et enfin la quantité d'acide carbonique qui est combinée avec elle. On doit, par une suite de cette marche, attribuer plus d'exactitude aux proportions déterminées pour le muriate d'ammoniaque qu'à celle du carbonate d'ammoniaque, et il me paroît indubitable que la quantité d'acide carbonique nécessaire pour saturer 100 parties d'ammoniaque excède 300 parties.

Si l'on établit sur les proportions d'acide muriatique qui sont nécessaires pour neutraliser les différentes bases, celles qui doivent produire le même effet avec l'acide carbonique, on trouve qu'il faudroit 217 parties d'acide carbonique pour en neutraliser 100 de chaux, 268 pour 100 de magnésie, 67 pour 100 de baryte. Je me sers pour cette évaluation, du rapport de l'acide muriatique et de l'acide carbonique pour la potasse; si je fais usage de leur rapport avec la soude, j'ai les nombres suivans: 219 pour la chaux, 284 pour la magnésie, et 71 pour la baryte.

Je me rapproche beaucoup plus des premiers nombres, si je porte la proportion d'acide muriatique qui est nécessaire pour saturer 100 de soude à 90, au lieu de 88, et je crois ce nombre plus voisin de la réalité, parce

que ma soude, quoique préparée avec beaucoup de soin, donnoit des indices d'acide muriatique : je ferai cette substitution dans les évaluations suivantes.

On a vu que les sous-carbonates différoient beaucoup entre eux par la quantité d'acide carbonique qui s'y trouvoit combinée, quoiqu'ils montrent plus de disposition à avoir certaines proportions : il m'a paru intéressant de comparer sous ce rapport avec les sous-carbonates naturels les sous-carbonates de baryte et de chaux que l'on obtient, en exposant à l'acide carbonique les eaux qui tiennent ces substances en dissolution. Pour ceux que l'on obtient en précipitant les dissolutions par les sous-carbonates alcalins, ils prennent des proportions qui dépendent de celles des sous-carbonates qui servent à la précipitation.

J'ai donc fait passer un courant d'acide carbonique dans une eau chargée de baryte jusqu'à ce qu'il ne se soit plus fait de précipité; mais l'opération a été discontinuée aussitôt que le liquide a cessé d'être troublé par l'acide carbonique : j'ai examiné ce liquide qui s'étoit éclairci au moyen du dépôt; j'ai trouvé qu'il contenoit encore une proportion considérable de baryte tenue en dissolution par l'acide carbonique, mais dans l'état neutre, en sorte qu'il ne donnoit aucun indice d'acidité ni d'alcalinité avec les papiers d'épreuve : le précipité a ensuite été soumis à la dessication par le moyen de l'ébullition de l'eau; après cela on en a dégagé l'acide carbonique, et il s'est trouvé qu'il contenoit 21 parties d'acide carbonique sur 100, et le carbonate naturel de

baryte donne, selon l'analyse de Pelletier et de M. Kirwan, 0.22 : le dernier a déja remarqué que le carbonate artificiel contenoit les mêmes proportions.

On a fait la même opération sur l'eau de chaux ; il est resté de même en dissolution une certaine quantité d'eau de chaux qui étoit mise dans l'état neutre par l'acide carbonique, mais en moindre proportion que la baryte.

Le dépôt séché comme celui de baryte, a donné la même quantité d'acide carbonique que le marbre blanc : on a retiré du carbonate desséché 46.36 d'acide carbonique sur 100, et 46.33 du marbre blanc.

On voit par ces deux expériences que l'acide carbonique se partage en deux portions, l'une qui s'unit à la baryte et à la chaux pour former des sous-carbonates qui ont des proportions constantes, et l'autre qui forme une combinaison soluble qui est dans l'état neutre ou qui en approche.

C'est ainsi que l'on voit dans plusieurs circonstances un acide former une combinaison soluble et une combinaison insoluble ; mais l'une et l'autre varient selon les quantités, au lieu que l'acide carbonique ne se dissolvant qu'en certaine proportion dans l'eau, son action doit être uniforme, ainsi que la séparation qui en est l'effet.

La conformité des carbonates que l'on obtient en précipitant la chaux et la baryte par l'acide carbonique avec les carbonates naturels me paroît remarquable : on obtient les mêmes produits que si la chaux et la baryte

avoient été tenues en dissolution dans les temps primitifs, et précipitées par l'acide carbonique qui auroit été superposé.

§ XV. *Des proportions de l'acide dans l'acide sulfurique et dans les sulfates.*

M. Klaproth vient de donner (1) une nouvelle détermination des quantités d'acide et de baryte qui composent le sulfate de baryte, dont la plupart des chimistes se sont servi pour reconnoître les quantités d'acide qui se trouvent dans les différens sulfates : il compare les résultats assez différens des chimistes qui l'ont précédé dans cette recherche, et il s'arrête aux proportions de 76 de baryte et de 33 d'acide sulfurique.

J'ai tâché d'atteindre le plus près qu'il m'a été possible à la véritable proportion : pour cela j'ai dissous de la baryte dans de l'eau; on a distillé un poids donné de cette eau, coupé la cornue où s'étoit faite la distillation, placé dans un creuset de platine la baryte séchée, et ensuite on a tenu rouge pendant quelque temps le creuset placé dans un autre creuset rempli de sable : on a pris le terme moyen de deux expériences qui différoient très-peu. L'eau de baryte dont je viens de parler, et dans laquelle la quantité de baryte étoit bien déterminée, a servi à plusieurs opérations ; pour le sulfate

(1) *Neues allgemeines Journ. der chem.* 5 band. 5 heft.

de baryte, on a saturé 5 hectogrammes d'eau de baryte avec l'acide muriatique, et on a produit la précipitation par le sulfate de soude : ce précipité convenablement lavé, et tenu également rouge pendant quelque temps dans un creuset de platine, a donné, résultat moyen de trois expériences, 73.12 de baryte, ce qui est fort rapproché du résultat de M. Thenard, qui est de 74.82 de baryte. J'ai dû faire quelques pertes; car on ne peut calciner le précipité dans le papier qui a servi à le recueillir, parce qu'alors on en convertit une partie en sulfure, ainsi que me l'a fait remarquer M. OEtzel, qui m'a secondé avec beaucoup de soin dans mes expériences : je crois donc devoir prendre un terme moyen entre le résultat de M. Thenard et le mien, et devoir fixer à 74 de baryte et à 26 d'acide sulfurique, les proportions du sulfate de baryte qui a été tenu à un grand feu; en sorte que 100 parties de baryte sont neutralisées par 35.10 d'acide sulfurique.

M. Klaproth a précipité 100 parties d'acide sulfurique dont la pesanteur spécifique étoit de 1.850, ce qui est la plus grande concentration à laquelle il ait pu l'obtenir, et mes expériences s'accordent en cela avec les siennes: il a obtenu un précipité qui, après une forte dessiccation, pesoit 225; il conclut que cet acide étoit composé de 74.4 d'acide et de 25.6 d'eau, et d'après mes résultats il seroit composé de 58.50 d'acide et de 41.50 d'eau.

Cette grande quantité d'eau que l'acide sulfurique retient en prenant l'état de vapeur, à une température beaucoup plus élevée que celle de l'ébullition de l'eau, et les effets hygrométriques qu'il produit malgré cette

quantité, font voir avec quelle force l'eau est retenue dans les substances qui ont de l'action sur elle.

J'ai saturé et précipité par la baryte neutralisée un acide sulfurique dont la pesanteur spécifique étoit de 141.70, et il est résulté de mon expérience qu'il contenoit 31.06 d'acide réel. Je néglige dans ces évaluations les effets de la température, parce que toutes mes expériences ont été faites entre 9 et 12 degrés du thermomètre centigrade, et que les différences qui pourroient résulter, en les comparant avec celles de M. Kirwan, sont très-petites.

M. Kirwan a cherché à déterminer les quantités d'acide réel qui se trouvent dans l'acide sulfurique de différentes pesanteurs spécifiques, et il en a donné une table; mais il s'est servi de moyens indirects auxquels j'oppose les mêmes observations que j'ai faites pour ses déterminations de l'acide muriatique.

L'acide dont je viens de parler, contiendroit, selon la table de M. Kirwan, sur 100 parties, 42.67 d'acide réel, et selon mon évaluation, il n'en contient que 31.25.

J'ai cherché autrefois à déterminer (1) la quantité d'oxigène que le soufre prend en passant à l'état d'acide sulfurique, en le traitant avec l'acide nitrique, et en précipitant l'acide qui s'est formé par le muriate de baryte; mais mon évaluation étoit très-défectueuse : depuis lors plusieurs chimistes ont employé le même moyen, et M. Klaproth conclut de ses expériences que

(1) *Mémoires de l'Académie* pour 1782.

l'acide sulfurique, indépendamment de l'eau, est composé de 42.3 de soufre et de 57.7 d'oxigène.

Dans une expérience que je choisis parce qu'elle a été suivie avec plus de soin et sur de plus grandes quantités, 17.846 grammes de soufre changé en acide sulfurique par l'acide nitrique, ont donné 127.515 grammes de sulfate de baryte poussé au feu, qui contenoit 33.153 d'acide, en sorte que 53.83 parties de soufre se combinent avec 46.17 d'oxigène, et que 100 parties de soufre prennent 85.7 d'oxigène pour se changer en acide sulfurique.

J'ai encore la satisfaction de me rencontrer ici avec M. Thenard, dont les proportions sont, d'après son évaluation du sulfate de baryte, 55.56 de soufre et 44.44 d'oxigène : mais il faut remarquer que dans ce calcul, l'on suppose que l'acide sulfurique qui est dans le sulfate de baryte fortement poussé au feu, ne contient point d'eau; ce qui est invraisemblable. Pour parvenir à une plus grande précision, il faudra avoir recours à d'autres méthodes, telles que la combustion; mais Lavoisier, qui a déterminé rigoureusement la proportion d'oxigène qui se combine avec le phosphore dans sa combustion, n'a pu réussir avec le soufre. Mon résultat ne s'éloigne presque de celui du célèbre Klaproth que par la différence que nous mettons dans les parties constituantes du sulfate de baryte; 151.5 parties de soufre changées en acide sulfurique lui ont donné 1082 de sulfate de baryte, et en admettant 0.26 d'acide sulfurique, 100 parties de soufre se seroient combinées avec 86.14 d'oxigène.

100 parties de potasse, préparée comme je l'ai dit, § XIII, ont été neutralisées par 158.815 d'acide sulfurique à 141.70 de pesanteur spécifique, d'où il résulte que 100 parties de potasse se combinent avec 49.33 d'acide réel pour parvenir à l'état neutre.

Si l'on fait une proportion dont le premier terme soit la quantité d'acide muriatique qui neutralise 100 parties de baryte, le second la quantité d'acide sulfurique qui produit le même effet, le troisième celle d'acide muriatique qui neutralise 100 parties de potasse, le quatrième terme donne 49.41 pour la quantité d'acide qui neutralise la même quantité de potasse, au lieu de 49.33 qu'indique la combinaison directe.

En comparant la quantité d'acide sulfurique qui neutralise la baryte et la potasse, soit d'après le calcul, soit d'après l'expérience, avec la quantité d'acide muriatique qui sature la baryte, pour connoître celle qui est nécessaire pour la potasse, on trouve la quantité d'acide muriatique qui a été déterminée directement par l'expérience à quelques millièmes près.

Ces épreuves faites avec des acides aussi différens que l'acide carbonique, l'acide muriatique et l'acide sulfurique, vérifient la constance des rapports de puissance entre les différens acides et les différens alcalis : elles prouvent que l'on peut avec sûreté déterminer les proportions d'acides différens qui peuvent se combiner avec les bases alcalines, dès que l'on a établi les rapports qui existent entre un acide et les différens alcalis, et pourvu que l'on connoisse les proportions d'une seule combi-

naison neutre de l'acide que l'on examine, avec une des bases alcalines; elles font voir enfin que les expériences que j'ai rapportées ont assez de précision pour qu'on puisse les employer avec confiance, à part les exceptions que j'ai indiquées.

En appliquant donc ma méthode aux combinaisons de l'acide sulfurique, on trouve qu'il faut d'acide sulrique pour 100 parties

De soude	72.32
De chaux	109.28
De magnésie	137.28

La détermination que je donne pour le sulfate de chaux paroît un peu contraire à celle que M. Bucholz vient de faire avec beaucoup de soin (1), et de laquelle il résulte que 100 parties de sulfate de chaux en contiennent 33 de chaux, 43 d'acide sulfurique, et 24 d'eau de cristallisation, de sorte que 100 parties de chaux en exigeroient 130 d'acide sulfurique; mais cette différence dépend des proportions qu'il admet dans le sulfate de baryte, qu'il regarde comme composé de 67.5 de baryte, et de 32.5 d'acide sulfurique.

Il faudroit seulement supposer qu'au lieu de 3 parties d'eau que, selon M. Bucholz, 100 parties de sulfate de chaux retiennent, lorsqu'on le calcine dans un vase d'argent, elles en retiendroient 8 à 9 : ce qui n'est pas contraire à la vraisemblance. D'ailleurs, j'ai averti

---

(1) *Neues allgemeines Journ. der chem.* 5 band. 2 heft.

qu'il y avoit quelques incertitudes dans mes déterminations qui sont relatives à la chaux.

§ XVI. *Des quantités d'acide réel contenu dans l'acide nitrique et dans les nitrates.*

La détermination des quantités d'acide nitrique réel présente beaucoup de difficultés par la facile décomposition des nitrates que l'on emploie, et dont on ne peut, à cause de cela, distinguer l'eau étrangère à l'acide.

Je me suis servi de la potasse dont j'ai saturé 100 parties avec un acide nitrique d'une pesanteur spécifique de 129.78 : et comme le nitrate de potasse s'évapore en partie avec l'eau, ainsi que M. Lavoisier l'a constaté, j'ai distillé la liqueur, et j'ai éprouvé le liquide qui a passé, avec le nitro-muriate de platine ; car l'on sait que les sels à base de potasse y produisent un précipité ; or je n'ai point eu de précipité : le sel séparé de la cornue, et parfaitement neutre, a été séché au degré de l'ébullition de l'eau ; mais, après cela, il avoit subi un commencement de décomposition, et il donnoit des indices d'alcalinité : il pesoit 168.50 ; mais je porte le nombre à 170 pour compenser la décomposition qui avoit commencé (1).

D'après cette évaluation qui a, comme l'on voit,

(1) Une expérience dans laquelle j'ai évité la décomposition du nitrate, m'a donné 170.31, différence trop petite pour m'engager à changer mes résultats.

quelqu'incertitude, mon acide contenoit sur 100 parties 32.41 d'acide réel.

M. Davy qui a fait des expériences très-ingénieuses et très-intéressantes sur la composition de l'acide nitrique, des gaz auxquels il donne naissance et des nitrates, a employé une méthode indirecte et trop compliquée pour déterminer les quantités d'acide réel dans les nitrates et dans l'acide nitrique, pour lequel il a formé une table selon les pesanteurs spécifiques (1), et ses évaluations se trouvent très-éloignées de celles que je présente.

Mon acide ramené à la pesanteur spécifique la plus voisine de sa table, c'est-à-dire 129.78, contiendroit, d'après mes données, 33 d'acide réel sur 100, et selon sa table il en contiendroit 53.97.

Selon cette table l'acide nitrique qui a une pesanteur spécifique de 150.40, ne contiendroit que 8.45 d'eau sur 100 : ce qui est hors de toute probabilité.

Mes résultats se rapprochent beaucoup plus de ceux de M. Kirwan : mon acide ramené à la pesanteur spécifique la plus voisine de sa table contiendroit 32.62 d'acide réel sur 100, et selon sa table il en contiendroit 36.77.

Mes résultats appliqués aux autres nitrates donnent pour 100 parties

De soude	102.44
De chaux	154.79
De magnésie	197.53
De baryte	49 71

(1) *Researches chemical*, etc.

§ XVII. *De l'action réciproque des parties intégrantes des combinaisons.*

J'ai cherché à déterminer les effets qui dépendent de la combinaison ou de l'affinité de composition, de ceux qui proviennent de l'action réciproque des molécules intégrantes d'une combinaison, et de l'action du dissolvant qui tend à les tenir dans l'état liquide, et j'ai fait voir que l'on avoit confondu ces effets.

Les capacités de saturation, déterminées par les quantités qui produisent l'état neutre, assignent aux acides et aux alcalis un ordre de puissance très-différent de celui qui leur a été attribué par une suite de cette confusion, et en prenant pour base les phénomènes de la précipitation ; mais quelques propriétés peuvent paroître difficiles à concilier avec mon opinion.

On pourroit m'objecter, par exemple, que si l'affinité de la magnésie est beaucoup plus grande pour l'acide carbonique que celle de la baryte, comme il résulte de mes principes, la magnésie devroit retenir l'acide carbonique avec plus de force que la baryte contre l'action expansive de la chaleur, et cependant c'est le contraire que l'on observe : on parvient assez facilement à chasser tout l'acide carbonique du carbonate de magnésie, mais, au plus grand degré de chaleur, on ne peut décomposer le carbonate naturel de baryte ou la vithérite.

Si ces effets dépendoient de la puissance de la combinaison, on devroit trouver beaucoup de ressemblance,

à cet égard, entre le carbonate de chaux et le carbonate de magnésie; car ces deux substances diffèrent très-peu par la capacité de saturation, et cependant il est beaucoup plus facile de chasser l'acide carbonique de la magnésie que de la chaux : on devroit également trouver une ressemblance entre la potasse et la baryte qui diffèrent peu par leur capacité de saturation, mais la potasse poussée au feu abandonne facilement son acide carbonique, pendant que la baryte le retient avec opiniâtreté.

Il faut donc chercher quelqu'autre propriété de laquelle celle-ci puisse dépendre, et il est facile de la trouver dans l'action réciproque des parties intégrantes des combinaisons, et dans l'action que l'eau exerce, soit sur ces parties, soit sur l'acide carbonique.

En effet, Black, M. Kirwan, M. Pictet, ont éprouvé qu'en poussant le marbre au plus grand feu, on ne venoit pas à bout de le réduire entièrement en chaux.

J'ai fait l'expérience au feu le plus vif d'une forge puissante, et il est resté une proportion considérable d'acide carbonique : j'ai humecté cette chaux imparfaite et je l'ai remise au feu; la calcination ou le dégagement de l'acide carbonique a fait beaucoup plus de progrès, quoiqu'au même degré de feu qui auparavant ne produisoit plus aucun effet : j'ai humecté une seconde fois, et la calcination a été presque complette.

J'ai pensé, d'après cela, que la partie d'acide carbonique qui se volatilisoit du marbre ne le faisoit qu'au moyen de l'eau qui se dégage dans le commencement,

J'ai donc soumis à l'action du feu 100 grammes de marbre blanc dans une cornue de verre qui, au moyen d'un bon lut, pouvoit soutenir un grand feu, et j'ai fait passer le gaz acide carbonique par un long tube de verre terminé par un petit ballon, l'un et l'autre plongé dans un mélange réfrigérant : lorsque le gaz a cessé de se dégager, quoiqu'on augmentât la chaleur, on a enlevé la cornue et on a trouvé le tube et la petite boule non-seulement enduits d'humidité, mais il y avoit dans la dernière un peu d'eau liquide; on ne pouvoit estimer à moins d'un gramme la quantité d'eau retenue par ce moyen. M. Kirwan n'en a point obtenu; M. Cavendish n'en avoit retiré qu'un grain de 311 grains de marbre; pour Bergman, il en admettoit 0.11, mais seulement par induction. J'ai imaginé en conséquence que la calcination du marbre devoit faire plus de progrès, si je le tenois exposé long-temps à une chaleur médiocre, que si je lui faisois subir dès le commencement un feu très-vif qui en chassât promptement l'eau, et l'expérience a confirmé ma conjecture.

Enfin, on sait que le marbre, ainsi que la vithérite donnent facilement leur acide carbonique lorsqu'on les place dans un tube à travers lequel on fait passer de la vapeur d'eau.

Le carbonate de magnésie retient par son affinité, comme le fait voir son analyse, beaucoup de cet intermédiaire, dont le marbre n'a qu'une petite quantité et qui manque à la vithérite, et le carbonate de potasse est dans le même cas. Il paroît donc que la différence que

les carbonates présentent lorsqu'on les soumet au feu, dépend de cette circonstance, et les expériences que je viens de présenter, ne font que confirmer l'opinion que M. Pictet a déja établie sur la formation de la chaux (1).

J'ai présenté sur l'état des substances salines qui sont tenues en dissolution par un liquide, une opinion qui doit être modifiée : j'ai prétendu que pendant que l'état liquide existoit, il falloit considérer les élémens des sels comme s'ils étoient isolés, et comme s'ils exerçoient tous également une action réciproque, et j'ai pensé qu'il ne se formoit des combinaisons séparées qu'au moment de la cristallisation ou de la précipitation. Cette opinion sort de mesure : il est certain que la potasse qui forme un sel neutre agit encore sur l'acide d'une autre combinaison, dont la base exerce à son tour une action sur l'autre acide, mais plusieurs exemples font voir que l'état liquide ne détruit pas entièrement les combinaisons qui préexistoient; ainsi une dissolution métallique peut contenir l'oxide du même métal dans différens degrés d'oxidation, ce qui ne seroit pas selon l'opinion que je dois modifier. Je vais citer un exemple qui m'a été fourni par M. Prieur.

Si l'on fait à froid une dissolution de muriate d'ammoniaque et de sulfate de cuivre, la liqueur a une couleur bleue qui est la couleur propre au sulfate de cuivre; mais si l'on fait la dissolution à chaud, ou si l'on échauffe la précédente, on a une couleur verte qui est

(1) *Bibliothèque britannique*, t. XIV, p. 235.

la couleur propre au muriate de cuivre, et par les changemens de température l'on fait passer alternativement la liqueur du bleu au verd ou du verd au bleu.

Ce que les faits indiquent, c'est que dans une dissolution de différentes combinaisons, il y a un tel équilibre entre les forces qui sont opposées, que c'est le degré de solubilité ou l'action du dissolvant qui détermine les séparations qui se font, et les combinaisons qui cristallisent ou qui se précipitent : je crois en avoir donné des preuves convaincantes ; mais c'est à ce résultat de l'expérience qu'il faut borner mon opinion sur l'état des combinaisons qui sont tenues en dissolution.

§ XVIII. *Suite des observations sur l'acide muriatique réel.*

Je me suis servi, pour les déterminations précédentes, du gaz muriatique qui avoit été exposé à une température de 12 degrés du thermomètre centigrade au dessous de la congélation, et je le croyois assez dépouillé d'eau pour qu'on pût négliger, dans l'évaluation de l'acide réel, celle qu'il pouvoit contenir encore.

Cependant j'ai cherché à reconnoître la quantité d'eau qui pouvoit être contenue dans ce gaz : je mettois de l'intérêt à cet objet, moins pour déterminer la quantité d'acide muriatique réel dans ses combinaisons, que pour jeter du jour sur l'action mutuelle des substances gazeuses.

Pour parvenir à ce but, j'ai neutralisé avec l'acide

muriatique 100 parties de potasse préparée par la dissolution de l'alcool, et tenue quelque temps en fusion dans un creuset de platine avant qu'on la dissolvît dans l'eau.

J'ai pris beaucoup de soin pour m'assurer que je ne perdois rien de sensible dans l'évaporation et la dessiccation : on a distillé jusqu'à la dessiccation ; le liquide qui a passé ne troubloit point la dissolution d'argent ; après avoir coupé la cornue, on a recueilli le sel avec soin ; on l'a placé dans un creuset de platine sur un bain de sable ; on a pesé le creuset après cette dessiccation, ensuite on l'a poussé à une forte chaleur après l'avoir placé dans un creuset rempli de sable, et on l'a pesé une seconde fois.

Ainsi, pendant la distillation, l'eau seule a passé dans le récipient : la première et la seconde pesée n'ont donné qu'une très-petite différence, ce qui indique qu'en poussant le sel à un très-grand feu, il n'y a eu que la perte qu'on doit attribuer à l'eau : en effet, l'intérieur du creuset et son couvercle n'annonçoient aucune sublimation ; le sel formoit un verre composé de molécules cristallines ; dissous, il a donné les indices d'un état parfaitement neutre.

Le sel, dans cet état, ne pesoit que 126.60, d'où je dois conclure que le gaz, que j'avois cru ne contenir qu'une quantité d'eau qui pouvoit être négligée, en contenoit 34.90 sur 61.5, que l'on a vu (§ XIII), se combiner avec 100 de potasse. Ce résultat m'ayant étonné, j'ai répété deux fois l'expérience avec les mêmes soins,

et les poids que j'ai obtenus n'ont différé entr'eux que de quelques millièmes.

J'ai craint que la potasse, quoique poussée à un grand feu, ne retînt une quantité d'eau qui pouvoit m'en imposer; pour éclaircir ce soupçon, j'ai fait l'épreuve avec l'eau de baryte, dont j'ai parlé : si la perte devoit être attribuée à la potasse, je devois trouver dans le muriate de baryte une proportion d'acide qui me l'indiqueroit; mais j'ai eu une proportion même un peu inférieure à celle que désignoit le muriate de potasse, car 100 parties de baryte m'ont donné 117.47 de muriate de baryte fortement poussé au feu, et la proportion établie par le muriate de potasse auroit exigé 118.89.

Je ne puis apercevoir aucune cause d'erreur, et je suis forcé de conclure que le gaz muriatique, après avoir abandonné toute eau hygrométrique, contient plus de la moitié de son poids d'eau qui ne contribue point aux effets hygrométriques, en supposant que la portion qui doit se trouver dans le sel malgré la forte dessiccation à laquelle il a été soumis, compense celle que l'alcali retenoit encore, après avoir été poussé au feu, supposition qui laisse une incertitude inévitable.

Cette eau qui se trouve en si grande proportion dans le gaz muriatique, que l'on doit supposer dans le plus grand degré de dessiccation hygrométrique, est difficile à concilier avec quelques opinions d'un célèbre physicien, M. Dalton, qui n'a pas distingué les effets hygrométriques auxquels l'affinité mutuelle des gaz ne concourt pas sensiblement, de ceux qui dépendent d'une

combinaison réelle ou de l'affinité chimique ; il a appliqué les observations qu'il avoit faites sur l'état respectif des gaz à leur dissolution par les liquides, qu'il ne regarde que comme un effet mécanique (1) ; cependant l'eau dissout un volume de gaz muriatique qui est un grand nombre de fois plus grand que le sien propre, et cet effet ne peut être dû à une cause mécanique : les gaz qui se dissolvent en moindre quantité diffèrent beaucoup entr'eux par la proportion qui s'unit au liquide, sans qu'on puisse y apercevoir aucune propriété mécanique qui rende raison de cette différence, mais cet objet demanderoit une discussion particulière.

M. Henry avoit déja remarqué que l'étincelle électrique pouvoit dégager une certaine quantité de gaz hydrogène du gaz muriatique fortement desséché (2), ce qu'il avoit très-bien attribué à l'eau qu'il tient en combinaison ; mais l'effet de l'électricité doit s'arrêter, lorsque l'action du gaz est devenue assez forte par la diminution d'eau qu'elle occasionne.

Il ne faudroit pas conclure de là que tous les gaz doivent contenir une grande proportion d'eau latente ; cet effet doit dépendre de l'énergie de l'affinité qu'ils exercent sur elle : par exemple, le gaz ammoniac n'en doit pas contenir sensiblement une plus grande proportion que le gaz hydrogène et le gaz azote n'en contenoient séparément, puisque son poids correspond à celui de

(1) *Mem. of Munchester*, 2 ser. vol. I.

(2) *Transactions philosophiques*, 1800.

ces deux gaz, et puisqu'on n'observe point d'eau lorsqu'on le décompose par l'électricité. Ce résultat est encore confirmé par les belles expériences de M. Biot, qui a trouvé dans ce gaz la réfraction qui doit résulter de celles des proportions d'hydrogène et d'azote, dont il est composé. Pareillement il ne suit pas des observations précédentes que la pesanteur spécifique du gaz muriatique devroit s'accroître à mesure qu'on le priveroit de son eau de combinaison : il est très-probable que l'action mutuelle produit une condensation considérable dans le gaz muriatique et dans la vapeur d'eau, et si l'on trouvoit le moyen de séparer la dernière, le gaz muriatique pourroit avoir une pesanteur spécifique beaucoup plus petite que celle que nous lui connoissons dans son état ordinaire.

On doit être frappé de la différence que mes expériences apportent dans les proportions que des chimistes très-recommandables ont attribuées à la combinaison neutre de l'acide muriatique avec la potasse : selon M. Kirwan, 100 parties de potasse se combinent avec 56.3 d'acide muriatique réel; et M. Richter admet une proportion encore beaucoup plus grande d'acide : je dis avec quelque confiance que l'on ne pourra trouver que des quantités peu différentes des miennes, parce qu'elles sont chacune le résultat de plusieurs épreuves, pourvu que l'on combine directement l'acide avec la base alcaline préalablement privée d'eau autant qu'il est possible, pour en reconnoître le poids, et que l'on chasse par un haut degré de chaleur l'eau de la combinaison.

Cette réduction de la quantité d'acide réel n'altère point les résultats que j'ai établis sur les proportions correspondantes d'acide et d'alcali dans les différentes combinaisons, et je n'ai rien à changer à cet égard : il suffit de substituer une quantité d'acide réel qui soit à celle du gaz muriatique dans le rapport de 26.60 à 61.5.

Un acide muriatique d'une pesanteur spécifique de 1063, contient, selon la table de M. Kirwan, 8.25 d'acide réel sur 100 parties en poids, et en le ramenant à la pesanteur spécifique de celui que j'ai employé, il en contiendroit 8.04; mais il n'en contiendroit que 5.39 en prenant pour base mes expériences sur le muriate de potasse, et il faut remarquer que c'est aussi par la quantité d'acide muriatique qui se combine à la potasse avec le moins d'eau, que M. Kirwan a cherché à déterminer les quantités d'acide réel qui accompagnent les différentes pesanteurs spécifiques.

§ XIX. *De l'acide phosphorique réel.*

Les combinaisons de l'acide phosphorique m'ont présenté des difficultés qui ne m'ont pas permis de déterminer leurs proportions avec beaucoup d'exactitude; en attendant des expériences plus précises, je choisis, parmi celles que j'ai faites, celles qui me paroissent mériter le plus de confiance.

Pour connoître le rapport qui existe entre l'acide phosphorique, réduit dans l'état vitreux, et ce même

acide, dans une combinaison alcaline que l'on a poussée à grand feu, on a dissous dans une quantité d'eau, de l'acide phosphorique qui avoit été réduit à l'état de verre très-transparent dans un creuset de platine, et on a saturé avec cette liqueur acide 100 parties de potasse mise en dissolution : il a fallu une quantité correspondante à 85.51 de verre phosphorique, et la combinaison poussée à un grand feu avec les précautions requises, a donné 150.19 de phosphate de potasse.

Il résulte de-là que le verre phosphorique retient plus des trois huitièmes de son poids d'eau, outre celle qui est encore retenue indubitablement dans le phosphate de potasse poussé à un grand feu, phénomène analogue à celui qu'a présenté le gaz muriatique.

Cependant on pourroit, en répétant l'expérience, ne pas trouver un résultat parfaitement conforme; car je me suis assuré que le verre phosphorique, poussé longtemps au feu, finissoit par s'évaporer entièrement, en augmentant la chaleur, et il est vraisemblable que la proportion de l'eau qu'il retient va en diminuant jusqu'à son entière évaporation.

J'ai aussi remarqué que sur la fin de l'évaporation de l'acide liquide, l'eau entraînoit une portion de l'acide; car le couvercle du creuset de platine dans lequel on achevoit cette évaporation, retenoit une liqueur qui donnoit des indices d'acidité.

Il résulte de la détermination précédente que la puissance de l'acide phosphorique seroit un peu inférieure à celle de l'acide sulfurique, ce qui est contraire

à ce que j'avois présumé (*Essai de stat. chim.*, tome I, page 123).

Le phosphate de baryte ne m'a pas donné une proportion d'acide qui répondît à celle qui étoit indiquée par le phosphate de potasse ; il n'a pris pour la neutralisation de 100 parties que 27.35, tandis qu'il auroit dû en prendre, selon la loi des proportions, au-delà de 35. Cette différence dépend de ce que le phosphate de baryte se précipite avec un excès de base, comme nous avons vu qu'il faisoit même dans le mélange de deux combinaisons neutres (§ X), et comme le font la chaux et la baryte avec l'acide carbonique (§ XIV).

J'ai aussi cherché à déterminer la puissance comparative de l'acide fluorique qui paroît fort supérieure à celle des autres acides, d'après les proportions données par M. Richter ; mais j'ai éprouvé des difficultés que je n'ai pas surmontées jusqu'à présent ; par exemple, je n'ai pu dessécher, même au degré de l'ébullition de l'eau, le fluate de baryte, sans qu'il s'exhalât une portion de l'acide fluorique qui entraînoit avec lui de la baryte. Au reste, il est probable que le fluate de baryte n'indiqueroit pas les proportions d'acide fluorique qui neutralisent les différentes bases alcalines, parce qu'il se précipite également avec un excès de base dans le mélange de deux combinaisons neutres.

§ XX. *Résultats.*

L'acide carbonique peut, au moyen d'une compression, neutraliser toutes les bases alcalines, ainsi que les autres acides; j'en ai déterminé les quantités nécessaires pour produire cet effet avec les différens alcalis.

Il forme avec les bases alcalines des combinaisons qui cristallisent avec des proportions très-différentes, et l'on ne peut dire que cette espèce de combinaison n'a qu'un terme fixe dans ses proportions.

La même variété dans les proportions s'observe dans les sels acidules et alcalinules (1), qui ont également tous les caractères des combinaisons chimiques.

La puissance relative des alcalis est représentée par la quantité d'un même acide que chacun des alcalis exige pour sa neutralisation : de même, la puissance relative des acides est représentée par la quantité d'un même alcali qui est nécessaire à chaque acide pour parvenir à l'état neutre.

Les rapports de puissance sont les mêmes entre tous les alcalis et tous les acides; ainsi, dès que l'on connoît les proportions des différentes bases alcalines qui réduisent un acide à l'état neutre, et celles de la combinaison de l'une de ces bases avec tout autre acide, on

(1) Il me paroît à propos d'adopter, avec M. Chevrevin et M. Thomson, la désignation de ces sels par les prépositions *sur* et *sous*, comme l'a proposé M. Pearson, dans sa traduction de la *Nomenclature chimique*.

peut conclure quelles doivent être les proportions des autres alcalis qui sont nécessaires pour neutraliser ce dernier acide.

J'ai tâché de réaliser, par mes propres expériences, ce principe que j'avois établi (*Essai de stat. chim.*), et dont je n'avois fait des applications que sur des expériences qui n'avoient pas été dirigées vers ce but.

Il résulte de mes observations que la puissance alcaline de l'ammoniaque, de la magnésie, de la chaux, de la soude, de la potasse et de la baryte, sont à peu près comme les nombres suivans, 213, 174, 136, 90, 62, 44. Cependant le nombre qui représente la force de l'ammoniaque est sujet à une incertitude que l'on peut évaluer à un dixième, ce qui m'en a fait négliger les applications; celui qui représente la force alcaline de la chaux a aussi une incertitude, mais qui est beaucoup plus petite : je regarde les autres comme des approximations qu'il est difficile de rendre plus rigoureuses, puisque le calcul fondé sur ces nombres et l'expérience directe conduisent presque exactement aux mêmes résultats.

L'acide muriatique, le sulfurique, le nitrique, le carbonique, ont une puissance qui est à peu près en ordre inverse des nombres suivans, 35, 44, 50, 95. L'acide phosphorique paroît différer peu à cet égard de l'acide sulfurique.

Mais tous ces acides sont supposés privés d'eau et tels que se trouvent, l'acide sulfurique dans le sulfate de baryte fortement poussé au feu, l'acide muriatique

dans le muriate de potasse également poussé au feu, l'acide nitrique tel qu'il est dans un nitrate qui commence à se décomposer, l'acide carbonique tel qu'il est dégagé d'une combinaison, par l'acide sulfurique.

J'ai comparé mes expériences avec les tables d'acide réel données par M. Kirwan et par M. Davy, et j'ai indiqué les différences qui en résultent pour la détermination de l'acide réel contenu dans l'acide sulfurique, l'acide muriatique et l'acide nitrique.

J'ai fait voir que le gaz muriatique, qui doit être privé de l'eau qui produit les effets hygrométriques, par un refroidissement de 12 degrés du thermomètre centigrade, contient encore plus de la moitié de son poids d'eau; mais cet effet dépend de l'énergie de l'affinité qu'il exerce sur l'eau, et il doit varier dans les différens gaz en raison de cette force.

L'acide sulfurique contient aussi une grande proportion d'eau, que le passage à l'état gazeux ne peut en séparer malgré la différence de volatilité; et quoique cet acide très-concentré ait une grande proportion d'eau, il exerce une grande force hygrométrique sur l'atmosphère : ce n'est que lorsque l'eau devient très-surabondante que la chaleur peut en volatiliser sans qu'elle entraîne de l'acide.

L'acide phosphorique réduit dans l'état vitreux contient plus des trois cinquièmes de son poids d'eau : une forte chaleur ne peut dégager une partie de cette eau, sans que l'action qu'elle exerce sur l'acide n'en produise un partage et n'en fasse exhaler avec elle :

lorsque ce partage est parvenu à un certain point, l'eau détermine l'acide phosphorique à se volatiliser entièrement avec elle.

L'eau qui est manifestement retenue, dans les circonstances précédentes, par la force qui produit les combinaisons chimiques, l'affinité, ne peut être séparée qu'au moyen d'une autre affinité telle que celle d'un alcali pour l'acide; mais, sans doute, une partie est encore retenue par la combinaison saline, en laissant une incertitude sur les derniers résultats chimiques; et elle ne doit pas être oubliée dans les circonstances où elle peut subir des décompositions, et donner naissance à des phénomènes qui peuvent s'expliquer naturellement par cette décomposition.

Ainsi, les effets de l'affinité et ceux qui dépendent des propriétés physiques doivent être distingués et balancés dans l'explication des phénomènes qui sont produits par l'action réciproque des différentes substances.

MÉMOIRE

Sur les affinités des corps pour la lumière, et particulièrement sur les forces réfringentes des différens gaz,

Par MM. Biot et Arago.

Lu le 24 mars 1806.

Les propriétés des fluides aériformes ont une grande influence sur la plupart des phénomènes physiques et chimiques; il est donc très-important de les bien connoître. En effet, si on les considère physiquement, ce sont des substances gazeuses qui forment l'atmosphère, qui, en infléchissant la lumière, produisent les réfractions astronomiques et terrestres, et qui, par leur mélange avec les vapeurs aqueuses, occasionnent tous les phénomènes de la météorologie. Sous le rapport chimique les fluides aériformes, en se combinant les uns avec les autres, donnent naissance à tous les liquides, à des corps solides même, et l'analogie conduit à penser que tous ceux qui existent aujourd'hui tels dans la nature, ont pu être primitivement dans l'état de vapeurs. Cette grande influence des substances gazeuses est même une conséquence nécessaire de leur constitution : car les particules qui les composent étant séparées par le calorique, et maintenues à des distances où leur attraction

mutuelle n'a plus d'effet sensible, sont dans la disposition la plus favorable pour former de nouvelles combinaisons; aussi, par une suite de cette variété d'effets, les recherches que l'on peut faire sur les propriétés des gaz sont liées à presque toutes les branches des sciences naturelles. Celles que nous soumettons aujourd'hui à la classe, ont pour objet l'action que ces substances exercent sur la lumière; elles intéressent à la fois la physique, la chimie et l'astronomie : c'est sous ce triple point de vue que nous allons les considérer.

Lorsqu'un rayon lumineux traverse successivement plusieurs corps transparens, il éprouve, en entrant dans chacun d'eux, une déviation qui le détourne de sa route directe. Ce phénomène que l'on nomme réfraction varie d'intensité relativement aux différens corps. Newton a prouvé qu'il résulte d'une attraction que les corps exercent sur les molécules de la lumière, attraction seulement sensible à de très-petites distances, et, en cela, tout-à-fait analogue aux affinités chimiques. Les fluides aériformes jouissent de cette force réfringentes comme tous les autres corps, mais elle y est moins sensible à cause de leur peu de densité; cependant c'est elle, comme nous l'avons dit, qui infléchit la lumière dans l'atmosphère; aussi le pouvoir réfractif de l'air est-il un des élémens les plus délicats de la théorie des réfractions. Mais comme il étoit extrêmement difficile de le mesurer exactement par des expériences directes, les géomètres et les astronomes ont mieux aimé le déduire d'un grand nombre d'observations faites sur les hauteurs

apparentes des astres comparées à leurs positions réelles. Cependant, Hauksbée, d'après l'invitation de Newton, a fait en Angleterre quelques expériences sur ce sujet, en regardant un objet éloigné à travers un prisme qui étoit successivement vide et rempli d'air, et mesurant l'écart de ses positions apparentes dans les deux circonstances. On sent, en effet, que cet écart fait connoître la déviation éprouvée par le rayon lumineux. Mais le prisme employé par Hauksbée n'ayant qu'un très-petit angle réfringent ne produisoit qu'une réfraction pareillement très-petite; et comme d'ailleurs les différences de hauteur de l'objet ne pouvoient pas être appréciées avec la dernière exactitude, il est clair aussi que la force réfringente ne pouvoit pas être déterminée par ce moyen avec une précision assez grande pour pouvoir être employée dans les observations astronomiques : d'ailleurs on n'y avoit pas fait entrer les corrections du baromètre et du thermomètre qui, à cette époque, n'étoient pas employées; ainsi ces expériences prouvoient seulement que l'air a une force réfringente, et qu'elle est à peu près proportionnelle à sa densité. Cependant l'intérêt de la physique et de l'astronomie exigeoit que l'on cherchât à obtenir cet élément délicat par des expériences directes, faites avec tout le soin et toute l'exactitude que comportent les méthodes actuelles d'observation. Borda, qui avoit lui-même contribué puissamment à la perfection de ces méthodes en donnant aux astronomes le cercle répétiteur, s'étoit également proposé d'en faire cette utile application; il avoit même consacré près d'une année à ce travail

important, mais la mort l'a enlevé avant qu'il l'eût fini, et l'on n'a pas même pu retrouver un seul de ses résultats. Cette perte affligeante pour les sciences le devient encore davantage quand on se rappelle combien Borda mettoit d'exactitude dans ses recherches, et à quel degré éminent il possédoit cette heureuse alliance de l'observation et du calcul qui est si nécessaire dans les déterminations exactes de la physique. C'est ce travail que la classe, sur la proposition de M. Laplace, m'a chargé de reprendre en l'étendant à tous les fluides aériformes, et j'ai senti en m'en chargeant que j'aurois doublement à faire pour répondre à sa confiance, et remplacer dignement les résultats qu'elle regrettoit; mais comme les expériences qu'il falloit faire étoient très-délicates, très-pénibles, et extrêmement multipliées, j'ai engagé M. Arago, secrétaire du bureau des longitudes, à s'en occuper avec moi. Nous avons fait ensemble toutes les expériences, tous les calculs dont je vais entretenir la classe, et par conséquent les résultats qui s'en déduisent doivent être considérés comme nous étant communs à tous deux. Nous devons dire aussi la part qu'ont prise à ces résultats deux personnes dont la participation nous est trop honorable pour ne pas nous en prévaloir; ce sont les auteurs de la *Statique chimique* et de la *Mécanique céleste*. Le sujet de toutes nos recherches étoit indiqué dans leurs ouvrages; leur conversation et leurs conseils nous ont fourni les moyens de les suivre et de les terminer.

Dans les notes qui accompagnent ce mémoire, nous

détaillons les procédés dont nous nous sommes servis pour faire nos expériences, nous en discutons les diverses circonstances, nous apprécions le degré de leur exactitude, et nous ne nous arrêtons dans cet examen que lorsque les erreurs possibles sont certainement au-dessous de toutes les quantités appréciables dans les observations; ici nous nous bornerons à dire que nous avons employé le même prisme dont s'étoit servi Borda; et c'est tout ce qui soit resté de ses procédés, car on ne sait même pas comment il en faisoit usage. Ce prisme (*fig.* 1) est formé par un tube de verre très-fort, dont les extrémités taillées en biseau, très-obliquement sur son axe, sont bouchées par deux plans de glaces à faces parallèles. Son angle réfringent est de 143° 7′ 28″ sexagésimales; nous l'avons mesuré par la réflexion de la lumière, en observant au cercle répétiteur les angles formés par les rayons directs et réfléchis venus d'un même objet très-éloigné. Ce moyen beaucoup plus exact que tous les procédés mécaniques, nous a été suggéré par M. Laplace, et nous pouvons ainsi répondre de l'angle réfringent à quelques secondes près (1). Notre prisme, fermé hermétiquement de toutes parts, conserve parfaitement et indéfiniment le vide; il est surmonté par un baromètre qui communique avec son intérieur, et qui indique la tension de l'air ou des gaz qu'on y introduit. Les glaces qui forment ses faces, étant travaillées avec un soin extrême, ont leurs plans à fort peu

(1) Voyez la note I, à la fin de ce mémoire.

près parallèles. Cependant les observations nous y ont fait découvrir une très-petite inclinaison, qui produit, en général, sur le rayon lumineux, une déviation de 16″6. Nous disons, en général, parce que nous y avons trouvé de légères variations occasionnées peut-être par les petites couches de vapeur ou de liquides qui s'attachoient à la surface du verre, ou enfin par d'autres causes qu'il ne nous a pas été possible d'apprécier. Cette quantité, que l'on a toujours eu soin de mesurer dans chaque expérience, est extrêmement petite, comparativement à la déviation totale qui, dans le vide, est de plus de 6′, et le calcul prouve qu'elle ne fait que s'ajouter constamment aux angles observés. Pour la mesure de ces angles nous avons fait usage d'un des cercles répétiteurs de l'Observatoire. Le prisme placé devant la lunette supérieure du cercle, et tournant horizontalement sur lui-même, présentoit successivement le rayon lumineux dévié des deux côtés opposés de la mire, sur laquelle la lunette inférieure du cercle étoit constamment dirigée à travers l'air (*fig.* 1 et 2). Cette disposition très-simple et dont nous nous sommes démontré l'exactitude, comme on le verra dans les notes qui accompagnent ce mémoire, permettoit de multiplier indéfiniment l'angle du rayon lumineux avec l'axe de la lunette, et de prendre ainsi cet angle en peu de temps un grand nombre de fois. Nous avions choisi pour mire l'un des paratonnerres de l'Observatoire, et nous étions nous-mêmes placés dans une salle du palais du sénat, à 1400 mètres de distance. A cet éloignement, la déviation du rayon lumineux dans le vide étoit si forte, que

le rayon passoit d'une extrémité à l'autre du fronton de l'Observatoire. Nous avons tenu un compte très-exact des variations du baromètre, du thermomètre et de l'hygromètre pendant les observations; et cela étoit indispensable, à cause de la grande influence de l'état de l'air dans tous les résultats. Enfin, nous avons calculé la route du rayon lumineux à travers le prisme en ayant égard à la diverse nature, ainsi qu'à la force élastique des gaz qui agissoient sur lui, et même au défaut de parallélisme des glaces. Nous avons développé ces formules jusqu'aux secondes puissances des réfractions, qui vu l'extrême délicatesse de nos procédés avoient encore un influence très-petite, mais cependant appréciable (1). Au reste, on sent qu'il étoit de la plus grande importance pour nous d'avoir des instrumens parfaits, et dont la marche fût rigoureusement comparable; à cet égard, ceux que nous a faits M. Fortin n'ont rien laissé à désirer. Nous devons dire que sans le secours de cet excellent artiste, sans les soins multipliés qu'il a pris pour nous aider à atteindre la dernière exactitude, nous n'aurions jamais pu terminer ces expériences : mais aussi avec la réunion de tous ces moyens, nous croyons pouvoir nous flatter d'avoir atteint un degré d'exactitude égal à celui des observations astronomiques; ce qui, dans l'état actuel des sciences, est tout ce que l'on peut exiger.

La première propriété des gaz, dont les physiciens se soient occupés, c'est leur pesanteur spécifique. Ces

---

(1) Voyez la note II, à la fin de ce mémoire.

pesanteurs ont eté déterminées avec soin par MM. Lavoisier, Berthollet, Fourcroy, Davy et Kirwan ; sous ce rapport, notre travail n'ajoutera rien aux résultats connus, mais il leur donnera peut-être un nouveau degré de précision et de certitude. Nous avons pesé tous nos gaz avec une balance très-exacte, dans un ballon où l'on avoit épuisé l'air au moyen d'une excellente machine pneumatique. Nous avons toujours tenu compte du baromètre, du thermomètre et même de l'hygromètre; car la vapeur d'eau étant moins pesante que l'air dans le rapport de 10 à 14, lorsque leurs forces élastiques sont égales, l'air saturé d'humidité pèse moins que l'air sec, ce qui influe sur les poids du ballon observés dans l'air, et par conséquent aussi sur la pesanteur spécifique de l'air et des gaz. La quantité de vapeur d'eau qui existe dans l'air lorsqu'il est saturé, est donné par une formule qui se trouve dans la *Mécanique céleste*, et que M. Laplace a déduite des expériences de Saussure et de Dalton. Il est vrai que l'air n'est pas toujours saturé d'humidité, mais l'hygromètre indique son degré de saturation; et comme, à la température où nos pesées sont faites, il existe des expériences de Saussure qui déterminent à fort peu près les rapports des quantités d'eau vaporisées pour chaque degré de l'hygromètre, il nous a été facile, en combinant ces résultats, d'en déduire une formule qui donne les poids absolus des gaz tels qu'on les auroit observés dans le vide, à la température de la glace fondante, et sous la pression constante de $0^{m}76$.

Il est nécessaire de faire entrer dans cette formule une

petite correction dépendante de la dilatation du verre qui a ici une influence sensible, lorsqu'on pèse à une température un peu éloignée de celle à laquelle on ramène tous les résultats. Pour faire cette correction, nous avons employé la dilatation du verre égale à 0.0000262716 de son volume, pour chaque degré du thermomètre centigrade. C'est le résultat trouvé par MM. Lavoisier et Laplace, dans un travail sur la dilatation des corps solides qui malheureusement n'a pas été publié. Enfin, nous avons toujours eu l'attention de peser successivement le ballon plein et vide d'air, en laissant entre les deux opérations le moins d'intervalle possible, afin que la petite couche de vapeur aqueuse qui s'attache à la surface du verre restât la même dans ces deux circonstances; car ses variations pourroient produire un effet très-sensible sur les résultats. Mais aussi, en employant toutes ces précautions, on trouve un grand accord entre les expériences, et les résultats obtenus à différens jours, et dans des états très-différens de l'air, s'écartent à peine les uns des autres de quelques milligrammes lorsqu'ils sont ramenés à la même température et à la même pression. Nous avons ainsi obtenu avec beaucoup d'exactitude le poids des gaz et celui de l'air atmosphérique (1).

Nous avons aussi pesé le mercure avec les mêmes précautions pour comparer son poids à celui de l'air; car de ce rapport dépendent plusieurs résultats très-utiles, par exemple, la hauteur de l'atmosphère sup-

(1) Voyez le tableau de ces résultats dans la note III.

posée homogène qui est un des élémens des réfractions astronomiques, et le coefficient de la formule qui sert à mesurer la hauteur des montagnes par les observations du baromètre; mais cette détermination exacte du poids du mercure étoit difficile, parce que les plus légères erreurs dans l'estimation de son volume devoient avoir une influence très-considérable. Après quelques essais, nous nous sommes décidés à employer un petit matras de verre (*fig.* 3) dont le col étoit fort étroit, et dont l'orifice étoit usé à l'émeri. Nous l'avons rempli de mercure distillé qui nous avoit été donné par M. Berthollet, et que nous avons versé par de petits entonnoirs filés à la lampe, afin d'exclure plus exactement l'air intérieur en le déplaçant lentement; nous avons ensuite chauffé le matras au bain de sable, et le mercure a été tenu pendant long-temps à l'état d'ébullition, pour chasser tout l'air qu'il pouvoit contenir, et sur-tout pour enlever la petite couche de vapeur aqueuse, toujours adhérente à la surface du verre. Après cette opération, et lorsque le mercure conservoit encore une température très-élevée, nous l'avons mis sous le récipient de la machine pneumatique afin d'enlever les dernières particules d'air qui pouvoient ne s'être pas échappées, mais on n'en a remarqué aucune trace. On a ensuite laissé le matras reprendre, pendant un jour entier, la température extérieure en le remplissant peu à peu avec les mêmes précautions à mesure que le mercure se condensoit; enfin, lorsque des thermomètres très-exacts, en contact avec la surface du matras, ont

prouvé que cette condition étoit remplie, on a passé sur l'orifice une glace dépolie pour exclure tout le mercure qui excédoit le volume intérieur, et on a pesé ce volume très-exactement. Nous avons aussi pesé le matras rempli d'eau pure avec les mêmes précautions, après avoir laissé cette eau dans le vide pendant vingt-quatre heures pour exclure tout l'air qu'elle pouvoit contenir. D'après son poids, comparé à celui de l'eau contenue à la même température dans le grand ballon où nous avions pesé l'air, nous avons connu le rapport de capacité des deux ballons, et par conséquent le poids du volume d'air déplacé par le plus petit, quantité qu'il a fallu ajouter aux poids observés du mercure. Nous avons répété plusieurs fois ces diverses expériences, afin d'être assurés de leur exactitude. Avec ces données, en employant les observations du baromètre, du thermomètre et de l'hygromètre, ainsi que la dilatation du verre, telle que nous l'avons rapportée, et les dilatations de l'air et du mercure, telles qu'elles sont données par des expériences exactes, nous avons calculé le rapport des poids du mercure et de l'air pour la température de la glace fondante, et la pressive $0^{m}76$. Ce rapport est 10463, relativement à l'air parfaitement sec, et pour la latitude de Paris. D'après les formules que M. Laplace a données dans la *Mécan. cél.* on peut en déduire le coefficient barométrique, et en le rapportant au 45e degré de latitude, on le trouve égal à $18316^{m}6$ pour l'air sec, et à $18351^{m}8$ pour l'air saturé d'eau, de sorte que la moyenne qui convient le mieux aux observations barométriques est

$18334^{m}2$ (1). Ce coefficient peut se conclure aussi, d'une manière indirecte, par des observations du baromètre faites sur les montagnes, et comparées à des mesures trigonométriques. Plusieurs physiciens ont tenté de l'obtenir par cette méthode, et sa recherche a été long-temps l'objet des voyages de MM. Deluc et Saussure dans les Alpes. En combinant leurs résultats avec des observations exactes et multipliées faites dans les Pyrénées par lui-même, M. Ramond a porté le coefficient à 18336 mètres, au lieu de 18334 que nous donne l'expérience immédiate, et il a fait voir aussi qu'en l'appliquant à la formule de M. Laplace, elle donne les hauteurs des montagnes plus exactement que toute autre, et d'une manière extrêmement approchée, en sorte que l'on peut regarder ce nombre comme le résultat définitif des observations du baromètre. Nos expériences ne feront que le confirmer, sans y apporter aucun changement; car la petite différence qui existe entre le coefficient de M. Ramond et le nôtre ne produiroit pas la valeur d'un mètre sur la hauteur du Chimboraço. Et si cet accord est une preuve sensible de l'exactitude de l'observateur et de la juste critique qu'il a mise à balancer des résultats toujours influencés par les modifications variables de l'atmosphère, il montre bien aussi l'exactitude des formules de réduction dont nous avons fait usage, et la nécessité d'y introduire toutes les circonstances minutieuses auxquelles nous avons eu égard; car, en négligeant une seule d'entre

(1) Voyez la note III, à la fin de ce mémoire.

elles, on se trouveroit jeté fort loin du résultat véritable que leur concours détermine.

Ces précautions n'auroient pas encore suffi, si nous n'avions trouvé le moyen d'introduire les gaz dans le ballon et sur-tout dans le prisme, sans y laisser entrer en même temps de l'air atmosphérique; et c'est ce qui est inévitable dans le procédé ordinaire, qui consiste à visser le robinet du ballon où l'on a fait le vide, sur le robinet du récipient qui contient le gaz; car de cette manière il reste toujours de l'air atmosphérique entre les deux robinets, et quoique la quantité en puisse être assez petite pour apporter peu de changement dans le poids d'un grand volume de gaz, il en résulte toujours quelque erreur, et l'effet en seroit certainement très-sensible sur la réfraction du gaz, à cause du peu de capacité du prisme où on l'introduit. Nous avons évité cet inconvénient, au moyen d'un robinet latéral extrêmement petit, et percé dans la monture même du robinet du récipient. (Voyez *fig.* 1). On commence par visser celui-ci au ballon ou au prisme, après quoi on fait le vide entre les deux robinets et on les ferme, puis on descend le récipient dans l'eau en laissant échapper l'air par le petit robinet latéral; et lorsque tout l'air est exclu, on le ferme. On passe ensuite le gaz sous le récipient comme à l'ordinaire; et en ouvrant successivement les deux robinets il s'introduit entre eux et dans l'intérieur du ballon ou du prisme, sans aucun mélange d'air atmosphérique. Si nous entrons dans tout ce détail, c'est pour montrer que nous n'avons négligé rien de ce qui nous paroissoit pouvoir ajouter à l'exactitude.

Connoissant les pesanteurs spécifiques de nos gaz et les réfractions qu'ils exercent sur la lumière, nous avons conclu par le calcul leur pouvoir réfringent, comparé à celui de l'air atmosphérique. Ce que l'on entend ici par *pouvoir réfringent*, n'est pas simplement la déviation produite sur le rayon lumineux; ce n'est pas non plus l'angle qui mesure cette déviation, mais c'est l'accroissement total du carré de la vîtesse ou de la force vive de la lumière après avoir éprouvé toute l'action du corps transparent. Si la fonction de la distance qui exprime l'action des corps sur la lumière étoit de même forme pour tous, et ne différoit relativement à chacun d'eux que par le produit de leur densité, et d'un coefficient constant dépendant de leur nature, la quantité que l'on appelle *pouvoir réfringent* d'un corps seroit proportionnelle à l'intensité de sa force attractive pour la lumière; mais dans tous les cas, c'est la somme de toutes les actions exercées par le corps, multipliées par l'élément de l'espace et par la densité. Ces notions exactes et rigoureuses sont conformes aux principes donnés par Newton, et par l'auteur de la *Mécanique céleste*; il nous a paru nécessaire de le rappeler, car ne n'est qu'en attachant aux choses des idées précises que l'on peut les employer, et suivre avec sûreté les conséquences qui s'en déduisent.

En appliquant ces principes à nos expériences, nous avons connu le pouvoir réfringent des différens fluides aériformes. Voici les tableaux de nos résultats:

PREMIER TABLEAU.

Observations du vide, et valeurs qui en résultent pour l'accroissement du carré de la vîtesse de la lumière en entrant du vide dans l'air (Voyez la *Mécanique céleste*, t. IV, p. 246.)

Jours de l'observ.	Barom. extérieur.	Thermom. du baromètre.	Therm. de l'air.	Hygromètre.	Barom intérieur, au prisme.	Nombre d'observations dont la déviation a été conclue.	Déviation corrigée du défaut de parallél.	Valeurs du coefficient $\frac{2k}{n^2}(\rho)$.
	M.	D.	D.	D.	M.		M. S.	
13 frim.	0·7625	+ 10·5	+ 10·5	. .	0·0055	20	5 48·4	0·000295499
14 . .	0·7676	+ 11·5	+ 12·0	. .	0·0076	20	5 46·9	0·000294040
26 . .	0·7664	— 1·2	+ 0·0	81·0	0·0030	20	6 4·7	0·000293984
29 . .	0·7563	— 2·75	— 1·5	91·0	0·0020	30	6 2·4	0·000295285
19 fév.	0·76095	+ 5·0	+ 6·3	83·0	0·0115	14	5 53·0	0·000296777 [1]
20 . .	0·7600	+ 4·9	+ 6·0	82·0	0·0110	10	5 49·6	0·000293904
4 mar.	0·7658	+ 4·4	+ 4·0	. .	0·0030	22	6 0·6	0.000295454
6 . .	0·7675	+ 3·0	+ 3·5	78·0	0·0025	20	6 3·6	0·000296433 [2]
7 . .	0·7660	+ 5·0	+ 5·5	78·0	0·0210	10	5 48·4	0·000293933

Moyenne de toutes ces observations . . . . =	0·0002950343
Moyenne, si on néglige les observations du 19 février et du 6 mars, qui s'éloignent trop des autres, et sur lesquelles on a d'ailleurs des doutes fondés . . . . . =	0·0002945856
La valeur de ce coefficient, que M. Delambre a déduite de cinq ou six cents observations d'étoiles circompolaires. =	0·0002940470
La différence entre cette quantité et la seconde de nos moyennes, que nous avons adoptée . . . . =	0·0000005386

Et la réfraction à la hauteur du pôle, à Paris, calculée par l'un ou par l'autre coefficient, ne différeroient tout au plus entre elles que d'un dixième de seconde.

La plus grande différence qu'on trouve entre les neuf valeurs précédentes du coefficient $\frac{2k}{n^2}(\rho)$, ne répond tout au plus qu'à une différence de 0″6 sur la hauteur du pôle à Paris, et pour la très-grande partie de ces valeurs la différence est beaucoup moindre, et ne s'élève tout au plus qu'à deux ou trois dixièmes de seconde. Au reste, notre coefficient est encore confirmé de la manière la plus sûre par les observations faites à diverses densités. Voyez le tableau de la page 323.

[1] Ciel très-vaporeux; on n'a pu prendre l'angle que quatorze fois.

[2] L'observation du 6 mars a été calculée, ainsi que toutes les autres, avec une déviation = 16″6; cependant ce jour-là, quoique le ciel fût très-beau, la déviation des faces a paru un peu plus forte qu'à l'ordinaire.

SECOND TABLEAU.

Observations sur la réfraction des différens gaz.

Jours de l'observ.	Baromètre intérieur.	Thermom. du barom. intérieur.	Températ. du gaz.	Barom. extérieur.	Therm. du barom. extérieur.	Therm. de l'air.	Hygrom.
Oxigène.							
	M.	D.	D.	M.	D.	D.	D.
29 frim.	0.7686	+ 8.5	+ 0.0	0.7585	— 6.0	— 6.0	88.0
24 juin.	0.7655 0.0158 0.7497	+ 18.0	+ 18.2	0.7640 0.0158 0.7482	+ 18.0	+ 18.2	....
24	....	....	....	....	....	....	....
24	0.4280 0.0175 0.4105	+ 20.6	+ 20.6	0.7601 0.0175 0.7426	+ 20.0	+ 20.6	....
Azote.							
7 niv..	0.7645	+ 11.0	+ 6.0	0.7635	+ 10.0	+ 10.0	93.0
26 janv.	0.7386	+ 11.5	+ 6.3	0.7388	+ 6.0	+ 7.4	90.5
Hydrogène.							
25 frim.	0.7540	+ 7.5	+ 2.0	0.7562	+ 1.0	+ 0.0	89.0
26	....	....	....	....	....	....	....
26	0.0930	+ 0.0	+ 0.0	0.7665	— 2.0	— 0.0	82.0
26	0.7540	+ 7.5	+ 2.0	0.7652	— 3.8	— 2.4	84.0
Ammoniaque.							
26 juin.	0.6170	+ 23.0	+ 23.0	0.7566	+ 23.0	+ 23.0	....
26	0.6087	+ 23.0	+ 23.0	0.7566	+ 23.0	+ 23.0	....
27	....	....	....	......	....	....	....
27	0.7482	+ 22.0	+ 22.0	0.7546	+ 22.0	+ 22.0	....
28	0.6294	+ 19.7	+ 19.7	0.7606	+ 19.2	+ 19.7	....

SECOND TABLEAU.

Observations sur la réfraction des différens gaz.

Nombre des angles de chaque observation.	Déviation observée non corrigée du défaut de parallélisme.	Déviation observée des faces employées dans le calcul.	Valeur de $\frac{4k}{n^2}\rho$.	Pouvoir réfringent, celui de l'air étant 1.	OBSERVATIONS.
	Oxigène.				
	M. S.	S.			
40	— 0 9.0	+ 16.6	0.0005608582	0.862586	
20	+ 0 13.0	+ 29.0	0.0005600336	0.861430	Observations du 24 juin, combinées indépendamment de la déviation des faces.
....	....	....	0.0005603686	0.861825	
10	— 2 7.5	+ 29.0	0.000559563	0.8605950	
	Azote.				
40	+ 0 22.7	+ 16.6	0.000589768	1.03290	
30	+ 0 18.8	+ 16.6	0.000591104	1.03526	
	Hydrogène.				
20	— 2 51.4	+ 16.6	0.000286670	6.64582 .	Observations combinées indépendamment de la déviation des faces.
....	....	....	0.000285540	6.61953 .	
30	— 5 29.0	+ 16.6	0.000285788	6.62529 .	
30	— 3 1.4	+ 16.6	0.000283263	6.56680	
	Ammoniaque.				
12	+ 0 40.0	+ 23.6	0.000758085	2.15639	
10	+ 0 37.6	+ 23.6	0.000763052	2.17051 .	Observations du 26 et du 27, combinées indépendamment de la déviation des faces.
....	....	....	0.000766317	2.17980 .	
12	+ 1 58.7	+ 23.6	0.000763825	2.17271 .	
16	+ 0 46.6	+ 23.6	0.000760469	2.16317	

Jours de l'observat.	Baromètre intérieur.	Thermom. du barom. intérieur.	Températ. du gaz.	Barom. extérieur.	Therm. du barom. extérieur.	Therm. de l'air.	Hygrom.
Acide carbonique.							
	M.	D.	D.	M.	D.	D.	D.
27 janv.	0.7381	+ 10.7	+ 5.3	0.7366	+ 4.9	+ 5.0	96.5
22 juin.	0.7530 0.0175 0.7355	+ 20.0	+ 20.0	0.7616 0.0175 0.7441	+ 20.0	+ 20.0	....
22	....	....	....	....	....	....	....
22	0.4890 0.0197 0.4693	+ 22.0	+ 22.0	0.7638 0.0197 0.7441	+ 22.0	+ 22.0	....
1 juill.	0.8033 0.0175 0.7858	+ 20.0	+ 20.0	0.7624 0.0175 0.7449	+ 20.0	+ 20.0	....
1	....	....	....	....	....	....	....
1	0.3200 0.0175 0.3025	+ 20.0	+ 20.0	0.7618 0.0175 0.7443	+ 20.0	+ 20.0	....
Gaz hydrogène carburé.							
23 mars.	0.7500	+ 13.0	+ 13.0	0.7547	+ 13.0	+ 13.0	81.0
28	0.7472	+ 12.5	+ 13.5	0.7531	+ 12.5	+ 13.5	85.0

Nombre des angles de chaque observation.	Déviation observée non corrigée du défaut de parallélisme.	Déviation observée des faces employées dans le calcul.	Valeur de $\frac{4k}{n^2}\rho$.	Pouvoir réfringent, celui de l'air étant 1.	OBSERVATIONS.
			Acide carbonique.		
	M. S.	M.			
10	+ 3 13.6	+ 16.6	0.000890291	0.99439	
10	+ 3 8.6	non obs.	....	....	Observations combinées indépendamment de la déviation des faces.
....	....	....	0.0009011884	1.00658	
22	+ 0 7.5	non obs.	....	....	
14	+ 3 45.0	+ 21.7	0.000901408	1.00680	Observations combinées indépendamment de la déviation des faces.
....	....	....	0.000897785	1.00275	
16	— 1 42.0	+ 21.7	0.000907195	1.01327	
			Gaz hydrogène carburé.		
20	+ 1 20.0	+ 16.6	0.0007036686	2.09270	
20	+ 0 37.6	+ 16.6	0.0006302996	1.81860	Plus carburé que le précéd.

Nota. La valeur de $\frac{4k}{n^2}\rho$ donnée dans l'avant-dernière colonne, est l'accroissement total du carré de la vitesse de la lumière après avoir passé du vide dans le gaz, et lorsqu'elle a subi toute son action. (Voyez la *Mécanique céleste*, t. IV). Les nombres placés dans la seconde colonne et dans la cinquième au-dessous des hauteurs barométriques, indiquent la tension de la vapeur d'eau qu'il faut retrancher de ces hauteurs, parce que la vapeur d'eau réfracte a fort peu près comme de l'air atmosphérique à force élastique égale. Quand aux remarques rapportées dans la dernière colonne, voyez la note deuxième à la fin du mémoire.

TROISIÈME TABLEAU.

Pouvoirs réfringens des gaz pour la température o *et la pression* o^{m}76, *déduits de l'ensemble des observations.*

NATURE DU GAZ.	DENSITÉ DU GAZ, celle de l'air atmosphérique étant l'unité.	VALEUR de $\frac{4k}{n^2} \cdot \rho$.	POUVOIRS réfringens des gaz par rapport à leur densité, celui de l'air étant 1
Air atmosphérique . .	1.00000	0.0005891712	1.00000
Oxigène	1.10359	0.000560204	0.86161
Azote	0.96913	0.000590436	1.03408
Hydrogène	0.07321	0.000285315	6.61436
Ammoniaque	0.59669	0.000762349	2.16851
Acide carbonique . . .	1.51961	0.000899573	1.00476
Hydrogène carburé . .	0.57072	0.000703669	2.09270
Hydrogène plus carburé que le précédent . . .	0.58825	0.000630300	1.81860

Toutes les densités rapportées dans ce tableau sont celles qui résultent de nos propres expériences.

L'oxigène est de tous les fluides, et même de tous les corps de la nature jusqu'à présent observés, celui qui réfracte le moins. L'hydrogène est celui qui réfracte le plus. Son pouvoir réfractif est six fois et demi aussi grand que celui de l'air atmosphérique. Cette propriété de l'hydrogène avoit été prévue par M. Laplace et annoncée par lui dans un mémoire imprimé. Nous reviendrons sur ce sujet quand nous passerons aux considérations chimiques. Les pouvoirs réfringens des autres gaz sont intermédiaires entre ceux de l'hydrogène et de l'oxygène.

Nous venons de dire comment nous avons obtenu le pouvoir réfringent de l'air et des autres gaz, pour la température de la glace fondante et la pression de 0^m76. Avec ces données, et si l'on suppose que le pouvoir réfringent d'un même gaz est toujours proportionnel à sa densité, c'est une simple recherche de calcul que de trouver la déviation du rayon lumineux pour un gaz pris à une pression et à une température données. La déviation ainsi calculée doit nécessairement différer de celle que l'on observe immédiatement, à cause du défaut de parallélisme des glaces; mais si la proportionnalité dont il s'agit est exacte, la différence doit être égale à l'effet de cette déviation : or cet effet peut être mesuré directement, comme nous l'avons dit plus haut; sa valeur indiquera donc la différence constante qui doit exister entre les déviations calculées et observées. En suivant cette méthode, nous avons pu examiner avec beaucoup de soin la force réfringente de l'air et des gaz à diverses densités. Notre appareil nous offroit sur-tout une grande facilité pour faire cette expérience sur l'air atmosphérique. On faisoit d'abord le vide dans le prisme, et on observoit la réfraction; puis on laissoit rentrer une petite quantité d'air dont la tension se trouvoit indiquée par le baromètre intérieur, et l'on observoit de nouveau, par le cercle répétiteur, la déviation du rayon lumineux. Cela fait, on laissoit encore rentrer une nouvelle quantité d'air; on observoit une troisième fois, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'air intérieur eût atteint le même degré de tension que l'air de

l'atmosphère : alors, laissant le prisme ouvert, on mesuroit la réfraction, qui, n'étant plus produite que par le défaut du parallélisme des glaces, faisoit connoître l'influence qu'il falloit lui attribuer. C'est ainsi que, dans l'expérience rapportée au tableau suivant, nous avons trouvé cette correction égale à 16″6. En procédant de cette manière, et notant toujours l'état du baromètre, du thermomètre, et de l'hygromètre, nous avons trouvé que, depuis le vide le plus parfait jusqu'au degré ordinaire de pression de l'atmosphère, la réfraction d'un même gaz quelconque est toujours rigoureusement proportionnelle à sa densité, sans que cette règle ait besoin de la plus légère modification. Voici le tableau de ces résultats :

Observations sur la réfraction de l'air à diverses densités.

Jours de l'observat.	Barom. extérieur.	Therm. du barom. extérieur.	Barom. intérieur.	Therm. du barom. intérieur.	Nombre d'observations dont la déviation a été conclue.	Déviation observée, affectée du défaut de parallélisme.	Déviation calculée d'après le rapport des densités.	Différence ou déviation due au non-parallélisme.
	M.	D.	M.	D.		M. S.	M. S.	S.
7 mars .	0.7662	+ 4.5	0.0050	+ 5.0	10	— 5 43.5	— 5 58.0	14.5
7 . . .	0.7660	+ 5.0	0.0210	+ 6.0	10	— 5 31.8	— 5 48.9	17.1
7 . . .	0.7658	+ 5.0	0.1200	+ 6.0	10	— 4 45.8	— 5 2.4	16.6
9 . . .	0.7551	+ 4.8	0.2425	+ 4.8	20	— 3 45.0	— 4 0.9	15.9
7 . . .	0.7654	+ 5.0	0.2830	+ 6.0	10	— 3 29.2	— 3 45.8	16.6
9 . . .	0.7548	+ 4.8	0.4055	+ 5.4	14	— 2 29.2	— 2 44.1	14.9
7 . . .	0.7654	+ 5.0	0.5260	+ 6.0	10	— 1 37.1	— 1 52.3	15.2
9 . . .	0.7543	+ 4.8	0.6130	+ 4.8	20	— 0 48.6	— 1 6.3	17.7
14 juin .	0.7630	+22.5	0.8007	+24.0	20	+ 0 34.0	+ 0 16.4	17.6

Toutes ces observations sont calculées d'après le pouvoir réfringent de l'air déduit de nos expériences. Voyez la note II.

Observations sur la réfraction des gaz à diverses densités.

Jours de l'observ.	Barom. extér.	Therm. du barom. extér.	Barom. intér.	Therm. du barom. intér.	Therm. de l'air.	Déviation observée, affectée du défaut de parallél.	Déviation calculée.	Différ. du déviat. des faces calculée.	Déviat des faces observ.
				Oxigène.					
	M.	D.	M.	D.	D.	M. S.	M. S.	M.	M.
29 frim..	0.7577	— 3.5	0.0970	— 1.8	— 1.8	— 5 4.2	— 5 19.6	+ 15.4	+ 16.6
23 juin..	0.7601	+ 20.0	0.4280	+ 20.6	+ 20.6	— 2 7.5	— 2 36.2	+ 28.7	+ 29.2
	0.0175		0.0175						
	0.7426		0.4105						
				Azote.					
1 nivose.	0.7350	+ 4.0	0.0960	+ 5.0	+ 5.0	— 4 44.8	— 5 0.1	+ 15.3	+ 16.6
				Hydrogène.					
25 frim.	0.7665	— 2.0	0.0919	+ 0.0	+ 0.0	— 5 29.0	— 5 45.8	+ 16.8	+ 16.6

Pour ces gaz et pour ceux qui ne sont pas mentionnés dans ce tableau, recourez au tableau général des pouvoirs réfringens, où la combinaison des observations faites à diverses densités donne les mêmes pouvoirs réfringens que l'observation directe.

Les résultats de ces observations sont tels qu'une quelconque d'entre elles donneroit le pouvoir réfringent de l'air et des gaz aussi exactement que celles qui ont été faites avec le vide le plus parfait. Nous pouvons donc

en conclure avec certitude, comme nous venons de le faire, que la force réfringente de l'air et des gaz, depuis la plus grande raréfaction jusqu'à la pression ordinaire de l'atmosphère, est, pour un même gaz, rigoureusement proportionnelle à la densité, lorsque la température est constante; nous avons même condensé l'air dans notre prisme jusqu'à 0^m80 pour obtenir des densités plus fortes, et nous avons observé à de hautes températures pour voir si le même rapport y subsiste; nous n'avons pas pu y apercevoir la différence la plus légère.

Il ne nous a pas paru que l'état de l'hygromètre eût une influence appréciable sur la force réfringente de l'air, du moins dans les températures où nous avons observé, et qui s'étendent depuis o jusqu'à 25° ou 30° du thermomètre centigrade. Pour éclaircir ce point important, nous avons introduit à dessein de la vapeur d'eau dans notre prisme, en mesurant sa force élastique, comme celle d'un gaz, par le moyen du baromètre intérieur, et nous avons observé sa réfraction. D'autres fois nous avons fait le vide sec dans notre prisme, avec des alkalis, et nous l'avons tenu dans cet état pendant plusieurs semaines, avec une tension moindre de 0^m002, même dans des jours chauds et pluvieux, où l'air étoit saturé d'humidité, et nous avons observé la réfraction entre les courts intervalles des ondées consécutives; toujours elle a été sensiblement la même que si toute la tension extérieure et intérieure eût été produite par de l'air atmosphérique. Le calcul fait dans cette supposition avec notre coefficient ne

s'est jamais écarté de l'observation que de quantités si petites, qu'il est naturel de les attribuer aux erreurs des observations mêmes, ou du moins la différence, s'il y en a une réelle, ne pourroit être déterminée que par des expériences très-multipliées; car elle n'a jamais excédé 3″ dans les circonstances les plus favorables, et 3″ dans notre prisme ne feroient que 0″5 sur la réfraction à 45° de hauteur. Nous croyons donc pouvoir conclure que la force réfringente de la vapeur d'eau doit être très-peu différente de celle de l'air, ainsi que M. Laplace l'a fait voir dans le quatrième volume de la *Mécanique céleste*, d'après la considération du pouvoir réfringent de l'eau liquide. On verra plus bas des expériences qui rendent cette supposition extrêmement probable, et qui du moins permettent de l'employer comme tout-à-fait exacte dans le calcul des observations astronomiques; en conséquence nous en avons fait usage, lorsque cela a été nécessaire, pour corriger les réfractions de nos gaz de celle de la vapeur d'eau qui s'y trouvoit mêlée à l'état hygrométrique (1).

Dans le calcul des résultats que nous venons d'exposer, il a toujours fallu réduire nos gaz à une même pression et à une même température; pour cela, nous avons fait usage de cette belle loi donnée par Gay Lussac, que la dilatation est la même pour tous les gaz par des accroissemens égaux de chaleur, et qu'elle est égale à 0.00375

---

(1) Relativement à la manière de faire cette correction, voyez la note II, à la fin du mémoire.

de leur volume pour chaque degré du thermomètre centigrade. Ce nombre a été déterminé par Gay Lussac au moyen de vingt-cinq expériences qui n'ont pas différé sensiblement les unes des autres, et qui étoient faites avec des tubes parfaitement secs et parfaitement calibrés. Il a fallu sans doute beaucoup de soins et des essais multipliés pour arriver à ce degré de précision; mais aussi ce résultat est un des plus utiles de la physique. Il sert à chaque instant aux chimistes et aux astronomes pour réduire leurs observations. Nous croyons qu'en y joignant les pesanteurs spécifiques des gaz et leurs pouvoirs réfringens, tels que nous les donnons dans ce mémoire, on aura une connoissance exacte et assez complette de toutes les propriétés physiques des fluides aériformes.

Après avoir fait connoître les procédés qui nous ont servi dans nos expériences, et les résultats physiques qui s'en déduisent, nous allons pénétrer un peu plus avant dans leurs conséquences, et essayer de développer les rapports par lesquels ils peuvent intéresser la chimie.

On sait par quelle heureuse analogie Newton, en observant la grande force réfringente de l'eau et du diamant, fut conduit à y soupçonner la présence d'un principe combustible, supposition que la chimie moderne a depuis confirmée. L'induction qui guidoit ce grand homme dans cette circonstance, étoit beaucoup plus sûre et plus profonde qu'elle ne le paroît au premier coup-d'œil; car, l'action des corps sur la lumière ne

s'exerçant d'une manière sensible qu'à de très-petites distances, l'intensité de cette action est nécessairement liée à la nature des particules des corps et à leur arrangement, c'est-à-dire à leurs propriétés les plus intimes; de sorte que le physicien qui observe les pouvoirs réfringens des substances pour les comparer entre eux, agit absolument comme le chimiste qui présente successivement une même base à tous les acides, ou un même acide à tous les alcalis, pour déterminer leurs forces respectives et leur degré de saturation. Dans nos expériences, la substance que nous présentons à tous les corps est la lumière, et nous évaluons l'action qu'ils exercent sur elle par leur pouvoir réfringent, c'est-à-dire par l'accroissement de force vive que l'action de leurs particules tend à lui imprimer.

Il y a même ici un avantage particulier qui ne se rencontre au même degré dans aucune autre expérience chimique: c'est l'intensité presque inconcevable de l'action des corps sur la lumière, intensité qui va quelquefois jusqu'à lui imprimer en un instant infiniment petit une vîtesse double de celle qu'elle a dans l'espace, et qui au moins la modifie toujours d'une manière sensible, même dans les corps dont la force réfringente est la plus foible. Pour apprécier cet effet il suffit de considérer le rapport du sinus d'incidence au sinus de réfraction, car ce rapport indique la vîtesse de la lumière modifiée par le corps transparent, lorsque l'on prend pour unité la valeur de cette vîtesse dans le vide. Ainsi dans le diamant, où ce rapport surpasse 2, la

vîtesse de la lumière devient deux fois plus grande, c'est-à-dire qu'elle éprouve un accroissement de plus de soixante-dix mille lieues par seconde; et cet accroissement qui ne subsiste que pendant un instant indivisible, est pareillement acquis et perdu dans un intervalle de temps infiniment petit; car l'effet de la réfraction se produit seulement près de la surface, dans une couche dont l'épaisseur est insensible. Dès que la lumière a pénétré plus avant dans le corps, l'action des couches qui sont devant elles et qui l'attirent, est contre-balancée et détruite par l'action des couches qu'elle a traversées, et qui la retiennent avec une force égale; ce qui produit l'uniformité de son mouvement, uniformité qui n'est troublée qu'à l'entrée et à la sortie des corps.

Ainsi, la diversité des vîtesses imprimées à la lumière, indiquée par la différence des pouvoirs réfringens, offre une série très-étendue où tous les corps peuvent se ranger à de grands intervalles, et qui peut par conséquent servir soit pour distinguer et caractériser leur nature, soit pour suivre en quelque façon leurs traces, et reconnoître leur présence dans les combinaisons.

Par exemple, ayant reconnu par nos expériences l'action puissante de l'hydrogène sur la lumière, nous voyons que c'est la présence de ce principe dans l'eau, dans les gommes, dans les huiles, et dans les autres substances inflammables, qui leur donne cette grande force réfringente que Newton avoit si bien observée. Cette influence de l'hydrogène se retrouve éminemment dans l'ammoniaque, qui est composée d'hydrogène et d'azote.

Le pouvoir réfringent de ce gaz est double de celui de l'air et surpasse celui de l'eau.

Mais allons plus loin ; puisque chaque substance paroît porter dans ses combinaisons le caractère qui lui est propre, et même y conserver jusqu'à un certain point le degré de force avec lequel elle agissoit sur la lumière, essayons de calculer, sous ce point de vue, l'influence des principes constituans qui entrent dans un mélange ou dans une combinaison donnée.

Si nous tentions de découvrir ces rapports pour toute autre substance que la lumière, nous serions bientôt arrêtés par des obstacles invincibles qui naîtroient de la combinaison même, et du degré de condensation des principes constituans ; car, bien que l'action chimique ne s'exerce qu'à de très-petites distances, ces distances sont cependant comparables entre elles ; ainsi l'éloignement plus ou moins grand des particules ne peut manquer de faire varier son intensité. Ces variations, encore modifiées par la figure des particules, doivent compliquer extrêmement les rapports des composés avec leurs principes, et sans pouvoir en calculer les effets, on voit bien que c'est pour cela que les uns et les autres n'ont pas les mêmes propriétés : mais, s'il est permis de raisonner ici pour un moment dans le système de l'émission de la lumière, cette influence de la condensation doit être beaucoup moindre dans les actions que les corps exercent sur elle, à cause de la ténuité des particules lumineuses ; et leur petitesse extrême, par rapport aux distances qui séparent les molécules des corps,

doit rendre moins sensibles sur elles de foibles degrés de condensation. Par conséquent les pouvoirs réfringens des corps doivent différer très-peu de ceux des principes qui les composent, à moins que ces principes n'aient éprouvé des condensations très-considérables.

Et comme toutes les forces attractives sont proportionnelles aux masses, en multipliant le pouvoir réfringent de chaque principe, par la quantité pondérale de ce principe qui entre dans la combinaison, la somme de ces résultats donnera le pouvoir réfringent du composé (1).

---

(1) Soit P le pouvoir réfringent du composé, P' P'' P'''..... ceux de ses principes, x' x''..... les quantités pondérales de chacun d'eux qui entrent dans la combinaison, on aura les deux équations suivantes :

$$P'x' + P''x'' + P'''x''' + \ldots\ldots = P$$
$$x' + x'' + x''' \ldots\ldots = 1$$

Ces équations donneront deux des quantités qu'elles renferment, quand toutes les autres seront connues. Par exemple, s'il n'y a que deux principes et que l'on connoisse P', P'' et P, on connoîtra leurs proportions ; car on aura alors

$$P'x' + P''(1 - x') = P$$

d'où

$$x' = \frac{P - P''}{P' - P''} \quad \text{et} \quad 1 - x' = \frac{P' - P}{P' - P''}$$

C'est le rapport des principes constituans à la masse totale. De même, on peut au moyen de la formule précédente, déterminer le pouvoir réfringent de l'air atmosphérique d'après les proportions de ses principes constituans. En effet, on sait que l'air atmosphérique contient 0.21 d'oxigène en volume, le reste étant un mélange d'azote, d'acide carbonique, et peut-être de quelques autres gaz dans des proportions très-petites, mais qui ne sont pas encore bien connues. Pour plus de simplicité, nous n'aurons égard qu'à l'azote et à l'acide carbonique, et nous supposerons 0.784 du premier, et 0.006 du

Cette loi est très-bien confirmée par les phénomènes, et jusques dans ses écarts mêmes, si toutefois ils ne sont pas dus aux erreurs des expériences, elle s'accorde avec les considérations que nous venons d'exposer.

Quand il n'y a qu'un simple mélange sans combinaison intime, le pouvoir réfringent observé est exactement égal à celui que le calcul donne, d'après la nature et

---

second; ces quantités étant toujours comptées en volumes. Nous adoptons ces proportions parce qu'elles accordent les densités que nous avons trouvées par nos expériences. En effet, en multipliant respectivement ces densités par les nombres précédens, on trouve qu'un volume d'air atmosphérique contient en poids

Oxigène	0·231755
Azote	0·759797
Acide carbonique	0·009118
	1·000670

De sorte que l'erreur qui en résulte est extrêmement petite. Maintenant si l'on multiplie chacune de ces quantités par le pouvoir réfringent qui lui correspond, on trouvera pour

L'oxigène	0·199682
L'azote	0·786238
L'acide carbonique	0·009157
$P =$	0·995077

La somme de ces nombres exprime le pouvoir réfringent de l'air atmosphérique déduit de ses principes constituans : elle devroit se trouver égale à l'unité pour être parfaitement exacte. L'erreur est donc égale à 0.004923, ou environ 5 millièmes de la valeur totale; elle ne produiroit pas 0″3 sur la hauteur du pôle à Paris, et cette différence peut provenir des erreurs presque inévitables des expériences, car le résultat précédent dépendant de la pesanteur spécifique des gaz, de leur pureté, et des réfractions qu'ils produisent, se trouve lié à un grand nombre d'opérations où les erreurs peuvent s'accumuler.

les proportions des principes constituans; ainsi la réfraction de l'air atmosphérique est exactement celle que doit produire un mélange de 0.21 d'oxigène en volume, avec 0.784 d'azote et 0.006 d'acide carbonique. En calculant cette réfraction d'après la quantité de ces principes, on l'obtient aussi exactement que par l'observation directe.

Cette loi se maintient encore, et s'étend avec la même précision, relativement aux combinaisons dans lesquelles la condensation n'est pas très-forte; dans le gaz ammoniaque, par exemple, les principes constituans, qui sont l'azote et l'hydrogène, ne sont réduits qu'à la moitié de leur volume total par l'effet de la condensation (1). La réfraction observée de ce gaz est exactement celle qui convient à un mélange de 0.797 d'azote en poids, et de 0.203 d'hydrogène. Les expériences très-

---

(1) Le poids du gaz ammoniaque contenu dans le ballon à zéro de température, et sous la pression 0m76, est 4g32794

En prenant un cinquième de ce poids on aura le poids de l'hydrogène que contient ce volume, ou 0g86559

Et les quatre cinquièmes restans sont le poids de l'azote . . . 3g46235

4g32794

En divisant chacun de ces poids par celui du ballon plein du même gaz, on aura le volume que chacun d'eux occuperoit s'il n'étoit pas combiné. On aura ainsi

$$\text{Volume de l'hydrogène} = \frac{0.86559}{0.53104} = 1.6300$$

$$\text{Volume de l'azote} \cdots = \frac{3.4623}{7.0292} = 0.4926$$

Donc les deux gaz qui, combinés dans l'ammoniaque, ne forment qu'un volume égal à l'unité, avoient auparavant un volume $= 1.6300 + 0.4926 = 2.1226$, c'est-à-dire un peu plus que double.

exactes de M. Berthollet, répétées depuis par M. Davy avec sa précision ordinaire, ont donné $\frac{1}{5}$ ou 0.200 d'hydrogène. La différence 0.003 est extrêmement petite, et tout-à-fait dans les limites des erreurs des expériences; car on connoît à peine la composition de l'air atmosphérique avec ce degré de précision (1). Peut-être même cette différence doit-elle être entièrement attribuée à la grande difficulté d'obtenir le gaz hydrogène parfaitement pur, et de connoître son pouvoir réfringent avec la dernière exactitude; mais on n'en voit pas moins par cet exemple, que si la composition de l'ammoniaque eût été ignorée, et que l'on eût seulement connu la nature de ses principes, on auroit pu, au moyen des pouvoirs réfringens, déterminer leurs rapports aussi-bien que par l'analyse chimique; et le parfait accord de ces résultats obtenus par des moyens si différens, montre bien que la loi que nous examinons, ne s'écarte pas beaucoup de la vérité.

Cette loi se maintient encore par rapport à une combinaison beaucoup plus forte, beaucoup plus intime, qui est l'eau; mais, d'après les expériences de Newton sur la force réfringente de ce liquide, expériences que nous avons vérifiées, il paroît qu'elle y éprouve une légère

---

(1) Ce résultat est calculé par la formule de la page précédente. On a ici

$$P = 2.16851;\quad P' = 6.61436;\quad P'' = 1.03408$$

Et comme il n'y a que deux principes constituans, la quantité pondérale du gaz hydrogène est

$$x' = \frac{P - P''}{P' - P''} = \frac{1.13443}{5.58028} = 0.203$$

altération, occasionnée peut-être par la grande condensation des principes constituans. La force réfringente de l'eau, calculée d'après les proportions données par Humboldt et Gay Lussac, dans leur excellent *Mémoire sur l'eudiométrie*, est 1.5749, celle de l'air atmosphérique étant 1 : suivant Newton, et suivant nos propres expériences, elle seroit 1.7225, par conséquent plus forte que la précédente, environ de la neuvième partie de sa valeur totale. Tel seroit donc aussi l'accroissement produit par la condensation dans la force réfringente, et si la différence qui se trouve entre l'expérience et le calcul est réellement due à cette cause, bien loin d'en être surpris, on devroit plutôt s'étonner qu'elle ne soit pas plus considérable, quand on songe à l'énorme condensation que l'hydrogène et l'oxigène éprouvent lorsqu'ils sont ainsi combinés. L'accord qui règne, à cet égard, entre le calcul et l'expérience, montre donc encore avec plus d'évidence l'influence mesurable des principes constituans des corps sur les pouvoirs réfringens de leurs composés (1).

(1) Ce résultat est encore calculé par la même formule qui nous a servi pour l'ammoniaque. Les expériences de Humboldt et de Gay Lussac donnent pour la composition de l'eau deux parties d'hydrogène et une d'oxigène en volume. D'après cette proportion et le poids des deux gaz tels que nous les avons rapportés, on peut aisément conclure qu'un poids d'eau égal à 1 est composé ainsi qu'il suit :

Hydrogène	0.117154
Oxigène	0.882958

En multipliant la première de ces deux quantités par 6.61436, pouvoir

Ces résultats confirment une supposition adoptée par l'auteur de la *Mécanique céleste*, dans sa théorie des réfractions atmosphériques, c'est que le pouvoir réfringent de la vapeur d'eau est le même que celui de l'eau liquide. En effet, nous venons de voir que le pouvoir réfringent de l'eau diffère très-peu de celui qui résulte de ses principes constituans, dans la proportion où ils s'y trouvent combinés : or, puisque dans le passage d'un de ces états extrêmes à l'autre, la force réfringente n'éprouve qu'une variation peu considérable, elle en doit éprouver une bien moindre encore dans le passage de l'état liquide à l'état de vapeur, qui forment deux termes infiniment plus rapprochés ; on peut donc supposer le pouvoir réfringent de l'eau égal à celui de la vapeur, et alors, pour calculer les réfrac-

---

réfringent de l'hydrogène, la seconde par 0.86161, pouvoir réfringent de l'oxigène, on trouve pour résultats les nombres 0.77490 et 0.76077, qui, étant ajoutés, donnent 1.53567 pour le pouvoir réfringent de l'eau, calculé d'après ses principes constituans.

Suivant Newton, *Optique*, livre II, lorsque la lumière passé du vide dans l'eau, le rapport du sinus d'incidence au sinus de réfraction est $\frac{529}{396}$: et cette valeur est très-exacte, comme nous nous en sommes assurés par l'expérience. En quarrant ce rapport et retranchant l'unité du résultat, on aura l'accroissement de la force vive de la lumière, qui sera 0.78451 ; il ne reste plus qu'à diviser ce nombre par la densité de l'eau à zéro, qui est 773, celle de l'air étant 1, et par la force réfringente de l'air qui est, selon nos expériences, 0.000589171 2, et à laquelle nous comparons toutes les autres. On aura ainsi $\frac{0.78451}{773 0.0005891712}$ ou 1.7225 pour la force réfringente de l'eau, conclue de l'observation directe. Généralement pour comparer les résultats de Newton aux nôtres, il faut les calculer comme le précédent.

tions que cette dernière doit produire, il suffit d'avoir égard à sa densité qui est $\frac{10}{14}$ de celle de l'air à force élastique égale, et à sa quantité qui est déterminée par la double indication de l'hygromètre et de la température. En opérant ainsi, on voit, comme l'a montré M. Laplace, que la vapeur d'eau doit réfracter à très-peu près autant que l'air atmosphérique à force élastique égale, l'excès de sa force réfringente 1.7225 étant presque compensé par sa densité qui est moindre que celle de l'air, en sorte que leur produit est peu différent de l'unité: et l'on peut même remarquer que la vapeur n'existant jamais qu'en très-petite quantité dans l'atmosphère, une légère erreur sur l'évaluation de son pouvoir réfringent ne seroit d'aucune influence dans les observations astronomiques, à tel point que l'on pourroit même employer, sans une grande erreur, le pouvoir réfringent qui résulte de la combinaison des gaz: d'où l'on voit, à plus forte raison, qu'en partant de celui de l'eau liquide, ce qui est plus exact, on n'a absolument aucune erreur à craindre, du moins dans les limites de température où se font toujours les observations. Seulement il seroit utile de vérifier avec beaucoup de précision le rapport des densités de l'air et de la vapeur, qui a ici une grande influence, quoique déja le rapport $\frac{10}{14}$ paroisse extrêmement approché. Avec ces données nous avons eu égard à la vapeur d'eau, lorsque cela est devenu nécessaire, dans le calcul des pouvoirs réfringens des gaz différens de l'air atmosphérique.

On auroit lieu d'être surpris si nous n'avions pas soumis à nos expériences le gaz acide carbonique, dont la composition a été donnée par Lavoisier. Nous étions d'autant plus intéressés à l'essayer que le carbone qui en fait la base, entre dans la composition d'une infinité de substances; d'ailleurs, la réfraction du diamant ayant été observée par Newton, nous pouvions la comparer à celle du carbone, déduite de l'acide carbonique, et vérifier ainsi un des résultats les plus curieux de la chimie moderne. Cette recherche étoit donc, soit par elle-même, soit par ses conséquences, une des plus importantes que nous pussions nous proposer. Voici maintenant les résultats qu'elle nous a offerts.

Le pouvoir réfringent du gaz acide carbonique, d'après nos expériences, est égal à 1.00476, celui de l'air atmosphérique étant l'unité. En admettant, d'après les expériences de Lavoisier, que ce gaz est composé de 0.76 oxigène en poids, et 0.24 carbone, supposition jusqu'à présent la plus probable, et qui est au moins très-approchée, on trouve le pouvoir réfringent du carbone égal à 1.4581, c'est-à-dire moindre que celui de l'eau (1). Toute autre proportion dans laquelle on

(1) Le pouvoir réfringent de l'oxigène, multiplié par 0.76, donne 0.65482

Le pouvoir réfringent de l'acide carbonique, ... 1.00476

Différence 0.34994

Cette différence étant divisée par 0.24, donne 1.4581 pour le pouvoir réfringent du carbone.

Ce résultat est subordonné aux proportions de carbone et d'oxigène qui

feroit entrer moins d'oxigène, donneroit au carbone un pouvoir réfringent encore plus foible; mais on peut aisément prouver que celle que nous lui attribuons ici est à fort peu près exacte.

En effet, il existe un moyen très-simple de la vérifier; c'est de voir si en la combinant avec les pouvoirs réfringens des autres substances gazeuses, tels qu'ils sont donnés par l'observation directe, on obtient réellement les pouvoirs réfringens des corps, soit liquides, soit solides, qui contiennent du carbone, et dans lesquels on connoît d'ailleurs, par une analyse au moins approchée, la nature et les rapports des principes constituans.

C'est ici que se fait sentir le besoin d'expériences sur la composition des corps, et le très-petit nombre de celles auxquelles on peut se fier avec certitude, fait vivement regreter que la chimie soit si peu avancée sur cet objet. Cependant nous avons encore été assez heu-

---

entrent dans la composition de l'acide carbonique. M. Berthollet a annoncé depuis long-temps que les proportions données par Lavoisier devoient être inexactes à cause de l'hydrogène que le charbon contient, et dont il est impossible de le dépouiller par le feu. Le fils de cet illustre chimiste vient de confirmer son opinion par une expérience décisive. En faisant passer du soufre en vapeur sur du charbon calciné au feu de forge, il lui a encore enlevé une très-grande quantité d'hydrogène, et le charbon ainsi épuré a présenté dans sa combustion des caractères particuliers qu'on ne lui connoissoit pas. Les nouvelles proportions que M. Berthollet fils va déduire de cette expérience, relativement à la composition de l'acide carbonique, altéreront sans doute la valeur précédente de la force réfringente du carbone; mais il est facile de voir qu'elle deviendra encore plus petite, puisque, suivant l'estimation actuelle, on suppose dans l'acide carbonique plus d'oxigène que le charbon n'en absorbe réellement.

reux, puisque nous avons pu appliquer ce genre d'épreuve à quelques exemples, où nous combinons des analyses faites par MM. Lavoisier, Berthollet, Fourcroy et Vauquelin, avec des observations de Newton sur les pouvoirs réfringens.

Le premier de ces exemples est relatif aux huiles fixes, particulièrement à l'huile d'olive. Lavoisier en a donné la composition ; suivant lui, elle est composée de 0.21 d'hydrogène en poids, et 0.79 de carbone. Il est possible que cette analyse ne soit pas rigoureusement exacte, peut-être les huiles fixes contiennent-elles un peu d'oxigène; mais, dans tous les cas, on peut sans crainte regarder ce résultat comme très-approché. En combinant, suivant ces rapports, le pouvoir réfringent de l'hydrogène, que nos observations donnent, et le pouvoir réfringent du carbone, tel qu'on le conclut de l'acide carbonique; on trouve le pouvoir réfringent de l'huile d'olive égal à 2.5382, celui de l'air étant 1. Les observations de Newton donnent pour ce même pouvoir réfringent 2.7684 ; la différence de l'observation et du calcul est $\frac{1}{12}$ de la valeur totale, et elle se trouve dans le sens que la condensation paroîtroit indiquer. Cet accord est donc une vérification de la valeur que nous avons assignée plus haut, pour le pouvoir réfringent du carbone (1).

L'analyse de l'alcool, faite aussi par Lavoisier, offre encore le moyen de faire une épreuve semblable.

---

(1) Ce résultat et les suivans sont calculés par la formule de la page 330, et d'après les nombres contenus dans le tableau de la page 320.

Suivant cet excellent chimiste, ce liquide contient 0.544 d'oxigène, en poids, 0.166 d'hydrogène, et 0.29 de carbone. En calculant le pouvoir réfringent de l'alcool d'après ces rapports, on le trouve égal à 1.9894, celui de l'air étant 1 ; les expériences de Newton, que nous avons vérifiées, donnent 2.2223 : la différence est moindre que $\frac{1}{9}$ de la valeur totale, toujours dans le sens déterminé par la condensation.

Enfin, nous pouvons aussi essayer nos résultats sur un corps solide, en employant l'analyse de la gomme donnée par MM. Fourcroy et Vauquelin dans leur travail sur les substances végétales, analyse qui, comme les précédentes, est sinon rigoureusement exacte, au moins déja très-rapprochée. Suivant ces chimistes, une partie de gomme contient 0.6538 d'oxigène, 0.1154 d'hydrogène, et 0.2308 de carbone ; d'après ces données le pouvoir réfringent de la gomme déduit du calcul est 1.6931. D'après Newton, il est 1.8826, la différence est environ $\frac{1}{9}$, dont l'expérience de Newton excède le résultat conclu de la composition chimique.

Toutes les autres substances dans lesquelles entre le carbone, concourent avec les précédentes à lui donner une force réfringente peu considérable, et telle que nous l'avons assignée. Sans pouvoir appliquer à toutes un calcul rigoureux, puisque l'on n'a pas leur analyse exacte, on peut cependant observer que les valeurs de leurs pouvoirs réfringens s'accordent à les placer dans l'ordre indiqué par l'influence combinée de leurs élémens; de sorte, par exemple, que la réfraction est plus forte où l'hy-

drogène domine, moindre où domine le carbone, et moindre encore lorsque l'oxigène est le principe le plus influent; ainsi l'éther a une force réfringente plus grande que l'alcool, et l'essence de térébenthine en a une plus forte que les huiles fixes. Le pouvoir réfringent de l'hydrogène carburé est beaucoup moindre que celui de l'hydrogène pur, et il s'affoiblit à mesure que la proportion du carbone augmente. Ces aperçus ne suffiroient pas à eux seuls pour donner la mesure de cette influence, mais ils acquièrent une très-grande force lorsqu'ils viennent si bien à l'appui des résultats conclus par un calcul rigoureux.

Maintenant, si l'on calcule le pouvoir réfringent du diamant d'après les expériences de Newton, on le trouve exprimé par 3.1961, celui de l'air étant 1. Cette valeur est plus que double de 1.4581 que nous venons de trouver précédemment pour la force réfringente du carbone, et l'on ne sauroit l'introduire dans la combinaison des expériences sans de grandes erreurs : d'où il paroît que le diamant n'est pas du carbone pur.

On ne doit pas opposer à ce résultat l'effet présumé de la condensation pour augmenter la force réfringente; car cet effet, s'il est réel, paroît n'avoir qu'une fort petite influence, comme le prouve l'accord très-approché de l'expérience et du calcul relativement aux substances que nous venons d'examiner; et si, par exemple, dans l'eau où la combinaison réduit les gaz constituans à un volume plus de 2000 fois moindre, l'effet d'une si énorme condensation ne produit qu'un accroissement

de $\frac{1}{9}$ sur la force réfringente, peut-on admettre que cet accroissement acquière tout-à-coup une valeur neuf ou dix fois plus grande dans le passage à l'état solide, qui n'exige plus qu'une condensation incomparablement moindre? Ce que nous disons ici pour l'eau, s'applique également aux huiles fixes et à l'alcool, où le carbone conserve encore sa foible action sur la lumière. Mais ce qui le prouve bien mieux encore, c'est l'exemple de la gomme arabique qui est aussi un corps solide, et dans lequel on ne voit pas croître le pouvoir réfringent d'une manière aussi disproportionnée par l'effet de la condensation. Enfin s'il étoit besoin d'autres exemples, la cire, qui est pareillement solide, devroit réfracter bien plus que l'huile de térébenthine, car elle contient plus de carbone; au contraire elle réfracte beaucoup moins, et, à plus forte raison, son pouvoir réfringent est-il inférieur à celui du diamant.

Que peut-on conclure des rapprochemens que nous venons de faire, si ce n'est que le diamant n'est pas du carbone pur, et que sa grande force réfringente y décèle la présence de l'hydrogène, cause la plus puissante du pouvoir réfringent des corps?

En partant des observations de Newton, on trouve que le diamant devroit contenir 0.33706 ou plus du tiers de son poids d'hydrogène pour satisfaire à sa grande force réfringente. En réduisant ce nombre proportionnellement aux petites différences que nous avons remarquées entre le calcul et la théorie, on le rameneroit à 0,25 ou $\frac{1}{4}$, mais on ne peut le diminuer davantage sans se trouver en con-

tradiction avec ce que toutes les autres substances paroissent indiquer. Telle est la conséquence à laquelle nous sommes parvenus, et elle paroît de nature à mériter qu'on la vérifie par une expérience directe, c'est-à-dire par l'analyse du diamant faite de nouveau avec tous les soins que nos soupçons sur la présence de l'hydrogène peuvent motiver.

Mais avant de terminer ces considérations, nous devons rappeler encore à l'attention des chimistes l'importance de ces recherches exactes sur la composition des corps. C'est à eux que nous devons nous adresser pour obtenir des résultats précis qui nous permettent de suivre encore l'influence des pouvoirs réfringens dans d'autres substances bien connues; car, en appliquant les principes précédens à des analyses défectueuses, ou à des réfractions mal observées, on se trouveroit fort éloigné des résultats véritables. De notre côté, nous ne négligerons rien pour multiplier nos observations sur les corps solides, les liquides et les vapeurs, et peut-être devrons-nous encore quelque résultat utile à l'heureuse analogie que nous a dévoilée Newton. Ces recherches paroissent déja assez certaines pour offrir un moyen de vérifier jusqu'à un certain point les analyses chimiques des corps transparens, et c'est peut-être un résultat assez singulier en lui-même que l'on puisse pénétrer si avant dans la composition des corps, et reconnoître d'une manière si approchée la nature et les proportions de leurs principes, avec le seul secours du cercle répétiteur.

Les rapprochemens que nous venons de faire sont

extrêmement favorables au système de l'émission de la lumière, et paroissent contraires à celui des ondulations. En effet, dans le premier système, on conçoît bien que les pouvoirs réfringens des composés doivent dépendre de ceux de leurs principes. La combinaison des forces attractives doit se faire proportionnellement aux masses, et le peu d'influence de la condensation prouve seulement le prodigieux éloignement des particules de la lumière, ainsi que leur finesse extrême relativement aux particules des corps et aux distances qui les séparent; circonstances qui sont déja indiquées par beaucoup d'autres phénomènes. Mais si l'on veut supposer avec Huygens et les partisans de sa doctrine, que la lumière est produite par les vibrations d'un milieu très-élastique sans transmission de matière, on ne conçoit plus rien à ce rapport si simple des composés avec les composans. On peut même dire, sans trop s'avancer, que ce rapport devient tout-à-fait impossible; car la condensation ou la dilatation des milieux doivent nécessairement avoir une influence très-compliquée sur la marche, la direction, la vîtesse des ondes lumineuses qui s'y propagent; et quelle ne doit pas être cette influence dans le passage de l'état gazeux à l'état liquide, lorsque les principes constituans se trouvent réduits à un volume deux ou trois mille fois moindre que leur volume primitif, ainsi que cela a lieu, par exemple, dans la composition de l'eau!

La possibilité de déterminer les pouvoirs réfringens des corps d'après leur composition chimique, fait encore

présumer que l'on pourra opérer de même relativement à leurs facultés dispersives. On sait que la lumière, en traversant les corps solides ou liquides, s'y brise et s'y décompose en une infinité de rayons diversement colorés. Cet effet, que l'on nomme la dispersion de la lumière, n'a pas la même intensité dans les différens corps; il n'est pas non plus proportionnel à leurs forces réfringentes; car des substances qui réfractent également les rayons moyens, réfractent et dispersent inégalement les rayons extrêmes, et c'est même par un heureux emploi de cette inégalité que l'on est parvenu à faire des lunettes achromatiques : cependant ces deux phénomènes paroissent liés dans leur principe; car, en général, les forces réfringentes et dispersives croissent et diminuent ensemble, quoique dans des rapports différens. On sait même que relativement à chaque rayon la loi de la réfraction se maintient sous les différens degrés d'obliquité; en sorte que les sinus d'incidence et de réfraction d'un même rayon sont entre eux dans un rapport constant, qui varie seulement suivant la couleur du rayon et la nature du corps. Ces phénomènes semblent indiquer que les molécules des corps n'ont pas une action égale sur toutes les molécules de la lumière, et qu'elles attirent les unes avec une plus grande, les autres avec une moindre intensité. Alors tout ce que nous avons dit relativement à la combinaison des pouvoirs réfringens moyens, étant appliqué séparément à chaque rayon, fera connoître les changemens de la force réfringente qui lui est particulière, et l'on pourra calculer

le pouvoir dispersif d'un mélange ou d'une combinaison chimique, d'après la nature et les proportions de ses principes constituans. De cette manière, en observant la dispersion dans les liquides, on connoîtra celle qui a lieu dans les gaz, où elle ne peut pas être aperçue directement à cause de leur peu de densité (1). On aura ainsi la force dispersive de l'air atmosphérique d'après celles de l'oxigène et de l'azote; et l'on pourra par conséquent s'assurer si elle a quelque influence sensible, soit sur la coloration des nuages, des montagnes, et en général sur les réfractions atmosphériques au dessous de l'horizon, soit sur les lieux des étoiles et des planètes, dont la lumière est colorée. La recherche de ces résultats exige un grand nombre d'expériences très-exactes que nous n'avons pas encore pu faire, mais nous avons cru devoir les indiquer ici, parce qu'elles sont une conséquence pour ainsi dire nécessaire des résultats précédens.

Ceci nous conduit naturellement à considérer les applications de notre travail à l'astronomie. Le pouvoir

---

(1) Pour observer exactement la réfraction dans les liquides, il faut employer un prisme dont l'angle réfringent soit fort petit, comme de 3 ou 4 degrés; alors la dispersion est insensible, même dans les lunettes, et l'on peut observer la route du rayon lumineux avec la dernière précision. On n'auroit pas cet avantage en employant des angles réfringens plus considérables, et la décomposition de la lumière altéreroit trop la forme des objets pour qu'on pût observer exactement. Il faut donc réserver ces grands angles pour le cas où l'on veut observer la dispersion après que la réfraction est connue. Au reste, la petitesse des angles ne peut pas être regardée comme nuisible à l'exactitude, lorsqu'on les mesure par la réflexion de la lumière et au moyen du cercle répétiteur, comme nous l'avons pratiqué.

réfringent de l'air atmosphérique, qui se trouve donné par nos expériences, est, comme nous l'avons dit, un des élémens les plus délicats de la théorie des réfractions. M. Delambre, qui s'est appliqué depuis long-temps à déterminer avec exactitude tous les résultats importans de cette science qu'il a si fort avancée, vient encore de faire sur ce sujet de nouvelles recherches pour ses tables du soleil, d'après les formules de M. Laplace, et en comparant plus de cinq cents observations. Il a trouvé ainsi qu'à la température de la glace fondante, et sous la pression 0^m76, l'accroissement du carré de la vîtesse de la lumière, lorsqu'elle passe du vide dans l'air, est 0.000294047; sa vîtesse propre dans le vide étant prise pour unité (1). Nos expériences donnent cet accroissement dans les mêmes circonstances égal à 0,0002945856. La différence qui existe entre ce résultat et celui de M. Delambre, feroit à peine $\frac{1}{10}$ de seconde sur la position des astres observés à 45° de hauteur.

Un autre résultat non moins utile, et que nous croyons avoir établi d'une manière rigoureuse, c'est l'exacte proportion de la force réfringente de l'air à sa densité. On voit par nos expériences que cette proportion subsiste depuis les dernières raréfactions de l'air jusqu'à une pression de 0^m80, la plus grande que nous

(1) C'est la valeur du coefficient $\frac{2k}{n^2}\rho$ employé dans la *Mécanique céleste*, t. IV, p. 246. Le double de cette quantité où $\frac{4k}{n^2}\rho$ est l'accroissement total du carré de la vîtesse, lorsque la lumière a pénétré dans l'air d'une quantité sensible et a déja subi toute son action.

ayons pu éprouver dans notre prisme, et par toutes les températures, depuis 4 ou 5 degrés au dessous de la glace fondante jusqu'à 28 ou 30 degrés du thermomètre centigrade, comme le prouvent les observations faites à des jours différens; quoique ces expériences n'aient pas pu être faites dans des limites plus étendues, l'accord parfait qui règne entre tous leurs résultats, ne permet pas de douter que la loi qui s'y observe ne se soutienne beaucoup plus loin. On peut même, jusqu'à un certain point, tirer, à cet égard, quelque induction des expériences mêmes; car, par exemple, si l'accroissement ou la diminution de la chaleur devoient, après un certain terme, avoir quelque influence sur la force réfringente de l'air, autrement que par le changement qui en résulte dans sa densité, on devroit certainement reconnoître déja cette influence dans les températures ordinaires, lorsque l'on opère à de grandes raréfactions; car, à température égale, la quantité de chaleur combinée qui existe dans l'air, lorsqu'il est raréfié jusqu'à une pression de deux ou trois millimètres, est, relativement à sa masse, incomparablement plus grande que celle qui existe aussi combinée dans le même air sous la pression de $0^{m}76$; et puisque les expériences ne font apercevoir, à cet égard, aucune différence entre les forces réfringentes de l'air raréfié et condensé, il devient extrêmement probable que cette force ne varie qu'avec la densité de l'air, et précisément dans le même rapport, indépendamment de la quantité de chaleur qui peut s'y trouver en combinaison. Cette loi doit donc s'étendre depuis la surface de la terre jus-

qu'aux limites de l'atmosphère, et l'on peut l'admettre avec sûreté dans les observations astronomiques, en supposant que la composition chimique de l'air soit par-tout la même.

Nous avons aussi mis beaucoup de soin à déterminer exactement les pesanteurs spécifiques de l'air et du mercure, parce que le rapport de ces pesanteurs détermine deux élémens que l'on n'avoit jusqu'à présent obtenus que d'une manière indirecte, savoir la hauteur de l'atmosphère supposée homogène, laquelle entre dans la théorie des réfractions, et le coefficient qui sert à mesurer l'élévation des montagnes par les observations du baromètre (1). Il résulte de nos expériences qu'à la température de la glace fondante, sous la pression 0^m76, et pour la latitude de 45°, la pesanteur spécifique du mercure est à celle de l'air sec comme 10467 est à 1, ce qui donne 7954^m9 pour la hauteur de l'atmosphère supposée homogène, et 10334^m pour le coefficient de la formule qui sert à mesurer les élévations des montagnes par les observations barométriques.

Nous croyons pouvoir encore déduire de nos recherches une autre vérité assez utile, mais elle exige que nous rapportions les résultats généraux trouvés par les physiciens et les chimistes, sur la nature et la constitution de l'atmosphère.

M. Cavendish est le premier qui ait cherché à établir que les proportions des deux élémens de l'air atmos-

---

(1) Voyez la *Mécanique céleste*, t. IV, p. 245.

phérique sont constantes, malgré la distance des lieux et la différence de la température. Les observations faites depuis par de Marty en Espagne, par M. Berthollet en Egypte et en France, par Davy en Angleterre, et par Beddoes, sur de l'air rapporté de la côte de Guinée, ont confirmé ce grand résultat; mais une des plus belles expériences que l'on ait faites à cet égard, est celle de Gay Lussac, qui s'étant élevé seul dans un ballon à la hauteur de 6900 mètres, la plus grande à laquelle l'homme soit jamais parvenu, a rapporté de l'air atmosphérique de ces hautes régions. Cet air analysé à son retour, comparativement à celui qui se trouve à la surface de la terre, a donné les mêmes principes dans les mêmes proportions; ce qui prouve que la constitution chimique de l'atmosphère, bien au-dessus de la région des nuages et des orages, est encore la même qu'à la surface de la terre. Ce résultat a encore été confirmé par les expériences que Humboldt et Gay Lussac ont faites ensemble dans leur travail sur l'eudiométrie; l'air de la surface de la terre, analysé à des jours différens, par des temps et des températures diverses, n'a offert dans sa composition aucun changement; il s'est toujours trouvé contenir 0.21 d'oxigène en volume, le reste étant de l'azote, mêlé à quelques millièmes d'acide carbonique, et peut-être aussi à quelques autres gaz, mais dans des proportions si petites que l'analyse chimique n'a pas encore pu parvenir à les déterminer. J'ai moi-même eu occasion de vérifier après eux cette grande loi de la nature dans un voyage aux Alpes que je fis l'année dernière : l'air

atmosphérique analysé par l'étincelle électrique dans les lieux les plus divers, dans des vallées profondes, et sur des montagnes élevées, aux bords des lacs de Genève et de Neufchâtel, dans les glaciers de Chamouni, au col de Balme, dans le Valais, sur le grand St.-Bernard, à Turin et à Grenoble, m'a toujours présenté la même composition (1) : or, puisque nous avons trouvé que la

---

(1) Voici le tableau de ces résultats tels que je les ai obtenus :

Indication des lieux.	Proportion d'oxigène sur 100 parties d'air.
Lac de Neufchâtel . . .	. . . . 20.67
Lac de Genève	. . . . 20.13
Sallenche	. . . . 20.30
Glaciers de Chamouni . .	. . . . 20.11
Col de Balme	. . . . 20.23
Martigni en Valais . . .	. . . . 20.52
Grand Saint-Bernard . .	. . . . 20.46
Turin	. . . . 20.20
Mont-Cénis	. . . . 21.00
Paris	. . . . 21.00

Ces analyses de l'air ont été faites avec le gaz hydrogène et par le moyen de l'étincelle électrique. L'eudiomètre étoit un tube très-étroit divisé en trois cents parties, et chaque résultat a été vérifié plusieurs fois. Le gaz hydrogène étoit fait avec beaucoup de soin, et dans de l'eau privée d'air par l'ébullition, mais comme on le retiroit du fer par l'acide sulfurique, il seroit possible qu'il ne fût pas encore aussi parfait que celui du zinc distillé, et c'est peut-être à cela qu'il faut attribuer la petite différence de quelques millièmes qui se trouvent entre ces résultats et celui que Humboldt et Gay Lussac ont obtenu à Paris, où ils ont constamment trouvé 21 pour la proportion d'oxigène.

Un autre phénomène qui vient à l'appui de cette uniformité de constitution chimique dans tout l'atmosphère, indépendamment de la distance, c'est que

force réfringente de l'air atmosphérique correspond aux rapports des principes constituans qui le composent et peut s'en déduire exactement, il s'ensuit que cette force réfringente est la même par toute la terre à densités égales, et ainsi les tables de réfraction calculées par les observations faites en Europe, peuvent s'étendre à toutes les contrées du globe sans aucune modification, résultat qui fut autrefois un des objets du voyage des astronomes français à l'équateur et au pôle.

Enfin nous avons confirmé, par des expériences directes, et par de très-fortes analogies, ce que l'auteur de la *Mécanique céleste* avoit déja prévu relativement à la vapeur aqueuse, savoir, qu'elle réfracte à fort peu près comme l'air atmosphérique, à force élastique égale; et si nous n'avons pas pu fixer la différence qui peut exister à cet égard entre ces deux substances, du moins nous avons prouvé qu'elle est si petite, et comprise dans des limites si resserrées, qu'il n'en peut jamais résulter aucune erreur notable dans les observations astronomiques; et enfin, que l'on peut y avoir égard, d'après le principe de M. Laplace, en supposant le

---

l'eau exposée à l'air libre, absorbe toujours la même proportion d'oxigène dans tous les lieux lorsque les circonstances sont les mêmes. Ainsi l'air contenu dans l'eau de la cascade du Nant-d'Arpenas, qui a huit cents pieds de chute, m'a donné, sur cent parties, 31.45 d'oxigène, absolument comme l'eau de pluie à Paris, ou comme l'eau distillée qui a repris de l'air; et dans l'air dégagé des neiges éternelles qui couvrent le sommet du grand Saint-Bernard, j'ai trouvé 27.32 d'oxigène, comme dans la neige qui tombe annuellement à Paris.

pouvoir réfringent de la vapeur aqueuse égal à celui de l'eau.

Dans le travail que nous venons d'exposer, nous avons tâché d'offrir aux physiciens, aux chimistes et aux astronomes, quelques résultats utiles, fondés sur des observations et sur des calculs exacts. Nous avons cherché à déterminer par des expériences directes toutes les données physiques qui servent de fondement à la théorie des réfractions astronomiques, et que l'on avoit jusqu'à présent conclues des observations : sous ce rapport, nous avions sur-tout en vue de répondre aux questions proposées par l'auteur de la *Mécanique céleste*, dans son livre X. Telle a été aussi l'influence du livre de la *Philosophie naturelle*, sur les observateurs qui ont vécu du temps de Newton; car ces grands ouvrages, tout pleins de l'esprit d'invention et de recherche, ne donnent pas seulement à ceux qui les méditent la connoissance des découvertes : ils leur montrent encore quel doit être le but et l'objet de leurs travaux.

NOTES.

PREMIÈRE NOTE.

Mesure de l'angle réfringent du prisme.

SOIENT SP, SP' (*fig.* 4) les deux faces du prisme; PO, $P'O$ deux rayons lumineux menés des points P, P' à un même objet O infiniment éloigné, et par conséquent parallèles entre eux. Soient PC, $P'C'$ ces rayons réfléchis : si l'on mène les lignes PN, $P'N'$ qui divisent les angles CPO, $CP'O$ en deux parties égales, ces lignes seront, d'après les propriétés connues de la lumière, normales aux faces PS, $P'S$ du prisme. Si les angles CPO, $C'P'O$ étoient tous deux dans un même plan perpendiculaire à la commune section des deux faces du prisme, les deux normales NP, $N'P'$ se couperoient dans un point S' de leur prolongement, et l'angle $NS'N'$ formé par ces normales seroit le supplément de l'angle PSP' formé par les deux faces du prisme; en sorte que cet angle seroit facile à déterminer quand celui des deux normales seroit connu.

On peut aisément obtenir les angles CPO, $C'P'O$ en plaçant aux points C et C' un cercle répétiteur, et mesurant les angles OCP, $OC'P'$ formés par les lignes parallèles CO, $C'O$, avec les rayons réfléchis CP, $C'P'$. Ces angles sont ceux que forment les images directes de l'objet avec ses images réfléchies.

Ainsi, en nommant ϖ, ϖ' les angles CPO, $C'P'O$, déduits de l'observation précédente, on en tire $NPO = \frac{\varpi}{2}$, $N'P'O = \frac{\varpi'}{2}$; et si les deux angles $C'PO$, $C'P'O$ étoient tous deux dans un même plan perpendiculaire à la com-

mune section des deux faces, l'angle des deux normales seroit $\frac{\varpi + \varpi'}{2}$, et son supplément $180 - \frac{\varpi + \varpi'}{2}$ seroit l'angle réfringent du prisme.

Mais comme les angles *CPO*, *C'P'O* ne sont pas dans un même plan, il arrive en général que les deux normales *NP*, *N'P'* ne se coupent point. Alors l'angle de ces normales n'est plus égal à $\frac{\varpi + \varpi'}{2}$, et il faut, pour l'obtenir, faire à cette quantité une correction dépendante de l'inclinaison des plans *CPO*, *C'P'O*, dans lesquels on a observé.

Pour déterminer cette correction, on remarquera que les deux plans *CPO*, *C'P'O*, contenant les parallèles *CO*, *PO*, *C'O*, *P'O*, ont leur commune section parallèle à ces lignes. Si, par un point de cette commune section, on mène, dans le plan *CPO*, une ligne parallèle à *PN*; dans le plan *C'P'O*, une ligne parallèle à *P'N'*, ces droites feront avec la commune section des angles égaux à *NPO*, *N'P'O*, ou à $\frac{\varpi}{2}$, $\frac{\varpi'}{2}$, et l'angle intercepté entre ces mêmes droites sera le même que celui des deux normales *NP*, *N'P'*, qui ne se coupent point. Soit donc *AZ* (*fig.* 5) la commune section des deux plans *CPO*, *C'P'O*, que nous prendrons pour axe des *Z*; soient *AX*, *AY* deux axes des x et des y qui lui sont supposés perpendiculaires; soient *An*, *An'* les droites parallèles aux normales *PN*, *PN'*, et prenons les axes de manière que la première *An* se trouve dans le plan même des *YX*, on aura pour les équations de cette droite

$$x = 0; \quad y = z. \tang. \frac{\varpi}{2}$$

Soit maintenant φ l'angle des deux plans *CPO*, *C'P'O* dans lesquels on a observé; les équations de la droite *An'*, ou plutôt celles de ses deux projections sur les deux plans des xz et des yz, seront de la forme

$$x = z. \tang. \varpi''; \quad y = z. \tang. \varpi'''$$

Or, puisque cette droite fait un angle $\frac{\varpi'}{2}$ avec l'axe des z, et qu'elle est comprise dans un plan vertical qui fait un angle φ avec le plan des yz, on aura

$$tang.\ \varpi'' = tang.\ \frac{\varpi'}{2}.\ sin.\ \varphi$$
$$tang.\ \varpi''' = tang.\ \frac{\varpi'}{2}.\ cos.\ \varphi$$

de sorte que les équations de An' deviennent

$$x = z.\ tang.\ \frac{\varpi'}{2}.\ sin.\ \varphi$$
$$y = z.\ tang.\ \frac{\varpi'}{2}.\ cos.\ \varphi$$

Or on sait que les équations de deux droites étant

$$x = az; \quad y = bz$$
$$x = a'z; \quad y = b'z$$

L'angle V formé par ces droites est donné par l'équation

$$cos.\ V = \frac{1 + aa' + bb'}{\sqrt{1 + a^2 + b^2}\ \sqrt{1 + a'^2 + b'^2}}$$

On aura donc, relativement aux droites An, $A'n'$,

$$cos.\ V = \frac{1 + tang.\ \frac{\varpi}{2}.\ tang.\ \frac{\varpi'}{2}.\ cos.\ \varphi}{\sqrt{1 + tang^2.\ \frac{\varpi}{2}}\ \sqrt{1 + tang^2.\ \frac{\varpi'}{2}}}$$

ou

$$cos.\ V = cos.\ \frac{\varpi}{2}.\ cos.\ \frac{\varpi'}{2} + sin.\ \frac{\varpi}{2}.\ sin.\ \frac{\varpi'}{2}.\ cos.\ \varphi$$

formule qui donneroit $V = \frac{\varpi + \varpi'}{2}$ si l'on avoit $\varphi = 180°$, c'est-à-dire si les triangles CPO, $C'P'O$ étoient tous deux dans un même plan.

Il est physiquement impossible de se placer de manière que φ soit exactement égal à 180, mais on peut en approcher de très-près; en sorte que la différence puisse être rendue très-petite. Soit donc en général

$$\cos.\ \varphi = -1 + \alpha$$

α étant une petite quantité, on aura

$$\cos.\ V = \cos.\left(\frac{\varpi + \varpi'}{2}\right) + \alpha.\ \sin.\ \frac{\varpi}{2}.\ \sin.\ \frac{\varpi'}{2}$$

Le second terme exprime la correction due à la non-coïncidence des plans, et l'on voit qu'elle tend toujours à diminuer l'angle V ou $\frac{\varpi + \varpi'}{2}$ obtenu par l'observation directe, ce qui augmente l'angle réfringent d'une égale quantité; et l'on conçoit en effet, *à posteriori*, que cela devoit arriver de cette manière, puisque l'angle réfringent du prisme est le plus grand de tous ceux qui peuvent être formés par deux plans perpendiculaires à ses faces.

C'est par cette formule que l'on a calculé l'angle des normales PN, $P'N'$; et par suite celui des deux faces du prisme. Il ne nous reste plus qu'à rapporter les moyens que l'on a employés pour mesurer les angles ϖ, ϖ', φ.

Les angles ϖ, ϖ', ou plutôt leurs supplémens OCP, $OC'P'$, ont été observés avec un petit cercle répétiteur de Lenoir; nous étions placés dans la grande salle de l'Observatoire, et l'objet étoit le télégraphe de Montmartre. Comme l'image réfléchie étoit très-près de nous, la distance des centres des deux lunettes empêchoit qu'on ne pût la voir en même temps avec l'une et avec l'autre. Il n'en étoit pas ainsi de l'image directe, à cause de son éloignement, et nous pouvions très-bien l'apercevoir au centre des deux lunettes, lorsqu'elles étoient toutes deux dirigées vers l'objet. Ces circonstances particulières nous obligèrent de faire nos observations autrement qu'on n'a coutume de le

faire avec le cercle répétiteur. Au lieu de ramener tour à tour la même lunette sur l'image directe et sur l'image réfléchie, ce qui eût été impossible, nous dirigeâmes d'abord une des lunettes sur chaque image. Celle qui répondoit à l'image réfléchie étoit placée sur zéro. Nommons celle-ci la lunette supérieure, l'autre l'inférieure. Les directions des deux lunettes étant ainsi bien assurées, on détache la lunette supérieure, qui étoit dirigée vers l'image réfléchie, et on la fait glisser sur le limbe jusqu'à ce qu'elle réponde à l'image directe. Pendant ce mouvement la lunette inférieure reste fixe sur le limbe, et elle sert ainsi à vérifier s'il a été dérangé. Après l'avoir ramenée, s'il est nécessaire, en faisant mouvoir le limbe, on achève de diriger exactement la lunette supérieure au moyen de la vis de rappel : l'arc qu'elle a parcouru depuis sa première position, et que l'on peut lire sur la division de l'instrument, est la mesure de l'angle OCP ou $180 - \varpi$.

Cette opération achevée, on fait mouvoir le limbe sans détacher les lunettes; et comme son plan ne change pas, on ramène la lunette supérieure sur l'image réfléchie. Alors on détache la lunette inférieure, on la fait mouvoir sur le limbe pour la ramener sur l'image directe, et l'on se retrouve ainsi dans les mêmes circonstances que la première fois; de sorte qu'en recommençant une nouvelle opération, on a une seconde mesure de l'angle, comptée depuis l'extrémité de l'arc précédemment parcouru. On peut donc ainsi multiplier l'angle OCP un nombre de fois illimité, et par conséquent obtenir l'angle ϖ avec la dernière exactitude. La même méthode donnera l'angle ϖ' relatif à l'autre face.

Ces angles étant ainsi déterminés, il reste à mesurer celui que forment les plans du cercle dans les deux positions successives C, C' où l'on a fait les observations.

Pour cela nous avons dirigé la lunette supérieure sur plusieurs points des parois verticales de la salle où nous faisions

nos observations. Nous avons marqué exactement ces points, et par le moyen du fil à plomb nous avons fixé avec beaucoup de précision leur projection sur le plancher de la salle supposé horizontal; nous avons ensuite rapporté ces projections à la méridienne de l'Observatoire par des perpendiculaires tracées sur le plancher, et nous avons ainsi déterminé la position des points observés, au moyen de trois coordonnées rectangulaires x, y, z.

En même temps nous avons déterminé par des mesures très-exactes les trois coordonnées du centre de notre cercle dans chacune des deux positions C et C'. Ces centres nous ont ainsi servi de vérification, puisque les plans déterminés par les points observés sur la muraille devoient nécessairement les contenir, et cette condition s'est toujours trouvée satisfaite avec une exactitude telle que l'erreur ne s'est jamais élevée à plus de 0^{m}0005 ou cinq dixièmes de millimètre.

Les plans des cercles étant déterminés comme nous venons de le dire, on sent qu'il étoit facile d'en déduire leur inclinaison mutuelle; et comme cette inclinaison suffit, ainsi qu'on l'a vu plus haut, pour ramener les observations dans le plan de l'angle réfringent du prisme, on voit que la mesure de cet angle pouvoit s'obtenir de cette manière avec une exactitude qui ne laissoit rien à désirer.

Quant aux formules qui ont servi à trouver l'inclinaison des plans d'après ces données, elles sont extrêmement simples. L'équation d'un plan est généralement de la forme

$$z = Ax + By + D$$

Si ce plan doit passer par trois points dont les coordonnées soient $x'y'z'$, $x''y''z''$, $x'''y'''z'''$, on aura

$$z' = Ax' + By' + D$$
$$z'' = Ax'' + By'' + D$$
$$z''' = Ax''' + By''' + D$$

d'où l'on tire, en éliminant D,

$$(z' - z'').(x' - x''') - (z' - z''').(x' - x'') = B\,[(y' - y'').(x' - x''') - (y' - y''').(x' - x'')]$$

$$(z' - z'').(y' - y''') - (z' - z''').(y' - y'') = A\,[(x' - x'').(y' - y''') - (x' - x''').(y' - y'')]$$

Ces formules donneront A et B; on aura de même A' et B', et l'on en tirera

$$\cos.\ \varphi = \frac{1 + AA' + BB'}{\sqrt{1 + A^2 + B^2}\,.\,\sqrt{1 + A'^2 + B'^2}}$$

Connoissant φ, on aura par les formules précédentes l'angle V des deux normales et son supplément, ou l'angle réfringent du prisme.

Voici maintenant les résultats des observations faites pour déterminer les angles ϖ, ϖ' et φ.

Le 15 janvier, en prenant huit fois l'angle ϖ, nous avons trouvé . . . . $\varpi = 32^\circ\ 16'\ 36''$

Le même jour, en prenant onze fois l'angle ϖ', on a eu . . . . $\varpi' = 41^\circ\ 35'\ 0''$

D'où l'on tire . . . . $\frac{\varpi + \varpi'}{2} = 36^\circ\ 55'\ 48''$

Les séries qui ont donné ces angles marchoient très-bien, et on les a observés tous deux immédiatement l'un après l'autre, pour éviter les variations qui auroient pu survenir dans la réfraction atmosphérique. D'après les mesures prises le même jour pour déterminer l'angle φ, on a trouvé . . $\varphi = 174^\circ\ 40'\ 2''$

En substituant ces valeurs dans la formule qui donne l'angle V des deux normales, on trouve . . . . . . $V = 36^\circ\ 53'\ 21''$

Et son supplément, ou *l'angle réfringent des faces*, égal à . . . . $143^\circ\ 6'\ 39''$

En comparant ce résultat avec la valeur de $\frac{\varpi + \varpi'}{2}$, on voit que la correction due à la non-coïncidence des plans des deux cercles n'a produit qu'une différence de 2′ 27″ sur la valeur déduite immédiatement des observations; et vu la précision de la méthode employée pour déterminer l'inclinaison des plans, on ne peut douter que cette correction n'ait déja beaucoup d'exactitude.

Pour mettre ce résultat hors de doute, on a changé la position du prisme, et on l'a observé de nouveau le 23 janvier. En prenant dix fois l'angle ϖ, on a trouvé. $\varpi = 31^\circ\ 53'\ 16''$

Le même jour, en prenant dix fois l'angle ϖ', on a trouvé . . . . $\varpi' = 41^\circ\ 52'\ 15''$

D'où l'on tire . . . . $\frac{\varpi + \varpi'}{2} = 36^\circ\ 52'\ 45''$

Ces angles ont été observés avec le même soin que les précédens, et même avec plus de soin encore, parce que l'on avoit été assez heureux pour placer les cercles à fort peu près dans le plan de l'angle réfringent. En effet, d'après les mesures prises pour déterminer l'angle φ formé par les plans des deux cercles, on a trouvé . . . . $\varphi = 178^\circ\ 28'\ 15''$

En sorte que ces plans coïncidoient presque l'un avec l'autre. En substituant ces valeurs dans la formule qui sert à déterminer l'angle V des deux normales, on trouve . . $V = 36^\circ\ 52'\ 32''$

Ce qui donne pour *l'ang. réfring. du prisme* $= 143^\circ\ 7'\ 28''$

Ce résultat ne diffère que de 49″ de celui que l'on avoit trouvé par une première mesure indépendante de celle-ci, dans une autre position du prisme; mais nous emploierons de préférence la dernière mesure comme étant certainement plus exacte, parce qu'elle a été prise avec des précautions multipliées, et que la correction due à la non-coïncidence des plans n'y entre que pour 13″. On verra d'ailleurs, dans les formules qui servent à calculer la réfraction, qu'une différence d'une minute sur un

aussi grand angle ne feroit aucun effet sensible sur le pouvoir réfringent de l'air; mais nous croyons notre dernier résultat beaucoup plus approché que cette limite. Il est inutile de faire remarquer que la méthode dont nous nous sommes servis est infiniment plus exacte que tous les procédés mécaniques. Ce n'est qu'après avoir tenté plusieurs de ces procédés, et après avoir reconnu leur imperfection, que nous sommes arrivés à celui que nous venons de rapporter.

Il est bon de remarquer que ce procédé seroit encore applicable quand bien même les deux faces du prisme feroient entre elles un angle très-aigu; seulement, au lieu de tourner l'arête du prisme vers l'objet qui sert de mire, il faudroit tourner une des faces : alors on observeroit l'objet par réflexion sur la première glace et sur la seconde qui se trouveroit par derrière; car il passera encore assez de rayons lumineux pour que l'on puisse voir ainsi deux images, et la moitié de l'angle qu'elles forment sera l'angle réfringent du prisme, si l'objet est très-éloigné. Il faut toujours avoir soin que l'objet et les deux images soient dans un même plan avec le centre du cercle; car ce n'est qu'alors que l'on peut être sûr d'observer dans le plan de l'angle réfringent. Nous avons employé ce procédé pour trouver l'angle réfringent d'un prisme qui nous a servi pour obtenir le pouvoir réfringent des liquides. On lui avoit donné cette forme afin de n'avoir qu'une couche de liquide assez mince pour que la forme des objets ne fût pas altérée par la dispersion des couleurs. L'angle réfringent de ce prisme étoit de 2° 16′ 37″, et en le prenant seulement cinq fois avec le cercle répétiteur, nous l'avons obtenu avec toute l'exactitude désirable. Dans ce cas l'observation se fait à peu près comme avec le sextant; mais la répétition de l'angle peut seule assurer sa valeur.

Seconde note.

Formules pour déterminer les pouvoirs réfringens des gaz d'après des observations faites à travers le prisme.

Considérons un rayon lumineux qui, sortant de l'air atmosphérique, entre dans le vide ou dans un gaz donné, après avoir traversé la première face d'un prisme de verre, et resorte ensuite dans l'air par la face opposée; supposons encore que le prisme ait été travaillé avec assez de soin pour que les glaces qui le composent aient leurs faces à fort peu près parallèles : le rayon lumineux se trouvera ainsi dans le même cas que s'il traversoit successivement trois prismes, dont le premier seroit de verre, le second de vide ou du gaz donné, et le troisième encore de verre, formé par la dernière face du prisme.

Cela posé, nommons ε l'angle formé par les deux faces opposées de la première glace. Cet angle pourra être supposé dans le même plan que le grand angle réfringent du prisme de gaz, parce que les deux glaces opposées ont été coupées parallèlement dans un même morceau de verre travaillé, et qu'ainsi l'inclinaison des faces, si elle existe, doit être à peu près la même dans les deux, et dirigée dans le sens de leur longueur. Cela est d'ailleurs confirmé par l'observation directe; car, lorsque l'on observe la mire, le prisme étant plein d'air atmosphérique, auquel cas la réfraction est uniquement l'effet du défaut de parallélisme, le fil horizontal de la lunette, placé horizontalement sur l'observatoire, reste encore horizontal quand on donne au prisme un mouvement circulaire égal à quatre angles droits. Ce mouvement ne déplace point le fil dans le sens vertical; et si l'on fait le vide dans le prisme, ce qui produit une réfraction considérable, qui est alors l'effet du grand prisme

intérieur, la déviation se fait encore dans le même sens, dans une direction horizontale, et le fil de la lunette répond à la même ligne de niveau que lorsque le prisme étoit plein d'air.

D'après ces remarques fondées sur l'expérience, nous admettrons dans ce qui va suivre que les déviations du rayon lumineux se font dans un même plan, qui est celui de l'angle réfringent du prisme.

Soit maintenant A l'angle sous lequel le rayon lumineux mu dans l'air atmosphérique rencontre la première face du prisme. Il pénétrera dans cette face et s'y réfractera suivant les lois connues. Soit A' l'angle de réfraction, ou plutôt ce que devient A après que le rayon s'est réfracté. Le sinus d'incidence étant à celui de réfraction en raison constante, on aura

$$\cos. A' = m. \cos. A$$

La valeur de m dépend de la nature du verre ou de la densité de l'air extérieur. Sous le premier rapport elle est constante, sous le second elle est variable; mais comme la densité du verre est très-forte comparativement à celle de l'air, la déviation que la lumière y subit est presque toujours la même et égale à celle qui auroit lieu si le rayon sortoit du vide pour entrer dans le verre, et cette égalité devient encore plus approchée dans les circonstances où nous avons observé, parce que la densité de l'air extérieur n'a varié que très-peu et par l'effet ordinaire et naturel des modifications de l'atmosphère. Ainsi nous pouvons, sans aucune erreur sensible, regarder m comme constante.

Le même rayon continuant sa route dans la glace, tombera sur sa seconde face avec l'angle $A' + \varepsilon$, ε étant l'angle des deux surfaces, et en nommant A'' l'angle d'émergence sur cette seconde face, dans le gaz intérieur, on aura

$$\cos. A'' = \frac{1}{m(1-\omega)} \cdot \cos. (A' + \varepsilon)$$

ω est une quantité qui dépend des rapports des pouvoirs réfringens de l'air extérieur et du gaz intérieur. Elle est positive lorsque le premier surpasse le second, elle est nulle s'ils sont égaux, et devient négative lorsque le gaz intérieur réfracte plus que l'air : ce qui a lieu, par exemple, pour l'ammoniaque et les acides carbonique et muriatique. Dans le premier cas le rayon, après sa seconde réfraction, passe au-dessus de la première direction MF' (*fig.* 6) qu'il avoit dans l'air; dans le second cas il redevient parallèle à lui-même; dans le troisième il passe au-dessous de MF' (*fig.* 7).

Le rayon continuant sa route dans le gaz, tombe sur la face antérieure de la seconde glace du prisme, et il fait alors avec elle un angle $A'' + a$, a étant le grand angle réfringent intérieur. Arrivé dans cette glace, il y subit une nouvelle réfraction inverse de celle qu'il avoit éprouvée en entrant dans le gaz; et en nommant A''' l'angle qu'il fait ensuite avec cette même face, on a

$$\cos.\, A''' = m\,(1 - \omega).\, \cos.\, (A'' + a)$$

où m et ω sont les mêmes que pour la première face. Enfin ce rayon, en continuant sa route, tombera sur la face postérieure de la seconde glace du prisme, il fera avec elle un angle $A''' + \varepsilon'$, ε' étant l'angle des deux faces de cette glace; et en nommant A^{IV} l'angle qu'il fera avec la seconde après son émergence, on aura

$$\cos.\, A^{\text{IV}} = \frac{1}{m}.\, \cos.\, (A''' + \varepsilon')$$

Il est visible que si le rayon lumineux passoit directement à travers le prisme sans y éprouver aucune déviation, il feroit avec la dernière face de la seconde glace un angle égal à $A + a + \varepsilon + \varepsilon'$. En vertu des réfractions qu'il éprouve, il fait avec cette face un angle A^{IV}; ainsi $A + a + \varepsilon + \varepsilon' - A^{\text{IV}}$ est la déviation que le rayon éprouve, déviation qui est posi-

tive si le gaz intérieur réfracte moins que l'air, et négative s'il réfracte plus; c'est ce que montrent les *fig.* 6 et 7.

Dans ces figures M représente la mire sur laquelle on vise; O est l'œil de l'observateur; MO est la direction rectiligne du rayon lumineux, telle qu'elle seroit s'il ne subissoit pas d'inflexion; $MF'F''F'''F^{iv}O$ est la route infléchie. En menant Of^{iv} parallèle à la dernière face SD^{iv} du prisme, on voit que l'angle $D^{iv}.\,O.\,f^{iv} = A + a + \varepsilon + \varepsilon'$, et que $F^{iv}.\,O.\,f^{iv} = A^{iv}$; de sorte que la déviation $D^{iv}OF^{iv}$ est la différence de ces deux angles. On voit de plus que la quantité $A + O + \varepsilon + \varepsilon' - A^{iv}$ est positive dans la première figure, où l'air intérieur réfracte moins que l'extérieur, et négative dans la seconde, où l'air intérieur réfracte plus. Ainsi, en ayant égard au signe de cette quantité, on pourra se dispenser d'examiner si ω doit être positif ou négatif, puisque son signe sera le même et s'en suivra nécessairement. De même, si l'on veut se donner le soin de prendre ω positif dans le premier cas, et négatif dans le second, on pourra se dispenser d'avoir égard au signe de $A + a + \varepsilon + \varepsilon' - A^{iv}$, et l'on emploiera pour cette quantité la déviation observée prise positivement de quelque côté qu'elle ait eu lieu.

De plus, si les deux faces étoient retournées, et les directions de leurs angles opposées l'une à l'autre, il faudroit faire ε' négatif; mais on verra que cette quantité $\varepsilon + \varepsilon'$ disparoît par l'effet des observations.

Reprenons donc les quatre équations

$$\cos. A' = m.\cos. A$$

$$\cos. A'' = \frac{1}{m(1-\omega)}.\cos.(A' + \varepsilon)$$

$$\cos. A''' = m(1-\omega).\cos.(A'' + a)$$

$$\cos. A^{iv} = \frac{1}{m}.\cos.(A''' + \varepsilon')$$

Pour trouver A^{iv} en fonction de A, nous remarquerons que

les angles ε, ε' formés dans chacune des glaces, sont extrêmement petits. La quantité ω est pareillement très-petite, car la déviation que subit le rayon est très-foible ; en sorte que A'' diffère très-peu de A, et l'on voit qu'en supposant ε nulle, cette différence dépend entièrement de la quantité ω. Nous pouvons donc développer A^{IV} en série relativement à ces quantités ε, ε', ω, et le développement sera de la forme

$$A^{\text{IV}} = (A^{\text{IV}}) + \omega . \left(\frac{dA^{\text{IV}}}{d\omega}\right) + \varepsilon . \left(\frac{dA^{\text{IV}}}{d\varepsilon}\right) + \varepsilon' . \left(\frac{dA^{\text{IV}}}{d\varepsilon'}\right)$$
$$+ \frac{1}{1.2}\left[\omega^2 . \left(\frac{d^2A^{\text{IV}}}{d\omega^2}\right) + \varepsilon^2 . \left(\frac{d^2A^{\text{IV}}}{d\varepsilon^2}\right)\right.$$
$$+ \varepsilon'^2 . \left(\frac{d^2A^{\text{IV}}}{d\varepsilon'^2}\right) + 2\omega\varepsilon . \left(\frac{d^2A^{\text{IV}}}{d\omega d\varepsilon}\right)$$
$$\left. + 2\omega\varepsilon' . \left(\frac{d^2A^{\text{IV}}}{d\omega d\varepsilon'}\right) + 2\varepsilon\varepsilon' . \left(\frac{d^2A^{\text{IV}}}{d\varepsilon d\varepsilon'}\right)\right]$$
$$+ \text{etc.}$$

Les termes contenus entre les parenthèses rondes sont les valeurs de A^{IV} et de ses coefficiens différentiels, en y supposant ω, ε et ε' nuls après les différentiations. Comme ces quantités sont très-petites, nous n'aurons point égard à leurs puissances supérieures à la seconde : nous ne conserverons même parmi les termes du second ordre que celui qui est multiplié par ω^2; car les autres termes de cet ordre qui dépendent du non-parallélisme des faces, doivent être extrêmement petits, puisque la déviation totale qui en résulte ne va en général qu'à 15 ou 20 secondes, comme le prouvent les observations, et le peu d'influence de ces termes est parfaitement confirmé par les résultats que le calcul déduit des observations dans cette hypothèse, puisque le terme en ω^2, qui est au moins vingt fois plus sensible, ne fait qu'ajouter aux termes du premier ordre des quantités si petites qu'on pourroit presque se dispenser d'y avoir égard. On verra de plus que, sans pouvoir déterminer directement les angles $\varepsilon\varepsilon'$, et par suite les termes qui dépendent de leurs pre-

mières puissances, on y a égard dans l'emploi des observations, parce que la somme de tous ces termes se trouve en observant le prisme plein d'air; de sorte qu'il n'y a réellement de négligé que les deux termes affectés de $\omega\varepsilon$ et $\omega\varepsilon'$.

En effectuant les calculs conformément à la marche que nous venons d'indiquer, on trouve pour les coefficiens du développement de A^{IV} les valeurs suivantes:

$$(A^{\text{IV}}) = A + a$$

$$\left(\frac{dA^{\text{IV}}}{d\omega}\right) = \frac{1}{tang.\ (A+a)} - \frac{1}{tang.\ A}$$

$$\left(\frac{dA^{\text{IV}}}{d\varepsilon}\right) = \frac{\sqrt{1 - m^2.\ cos^2.\ A}}{m.\ sin.\ A}$$

$$\left(\frac{dA^{\text{IV}}}{d\varepsilon'}\right) = \frac{\sqrt{1 - m^2.\ cos^2.\ (A+a)}}{m.\ sin.\ (A+a)}$$

$$\left(\frac{d^2A^{\text{IV}}}{d\omega^2}\right) = -\frac{1}{tang.\ (A+a)}.\left(\frac{1}{tang.\ (A+a)} - \frac{1}{tang.\ A}\right)^2$$
$$+ \frac{1}{tang^2.\ A}.\left(\frac{1}{tang.\ (A+a)} - \frac{1}{tang.\ A}\right)$$

valeur qui, étant substituée dans le développement de A^{IV}, donnera

$$A^{\text{IV}} = (A+a) + \omega\left[\frac{1}{tang.\ (A+a)} - \frac{1}{tang.\ A}\right]$$
$$+ \frac{\varepsilon\sqrt{1 - m^2.\ cos^2.\ A}}{m.\ sin.\ A}$$
$$+ \frac{\varepsilon'.\sqrt{1 - m^2.\ cos^2.\ (A+a)}}{m.\ sin.\ (A+a)}$$
$$- \frac{\omega^2}{1.\ 2}.\left[\frac{1}{tang.\ (A+a)}.\left(\frac{1}{tang.\ (A+a)} - \frac{1}{tang.\ A}\right)^2\right.$$
$$\left. - \frac{1}{tang^2.\ A}.\left(\frac{1}{tang.\ (A+a)} - \frac{1}{tang.\ A}\right)\right]$$

Lorsque le rayon lumineux passe précisément dans l'axe du prisme, on a

$$A = 90^\circ - \frac{a}{2};\quad A + a = 90^\circ + \frac{a}{2}$$

ce qui donne

$$sin.\ (A + a) = sin.\ A = cos.\ \frac{a}{2}$$
$$cos.\ (A + a) = -\ cos.\ A = -\ sin.\ \frac{a}{2}$$
$$tang.\ (A + a) = -\ tang.\ A = -\ \frac{1}{tang.\ \frac{a}{2}}$$

d'où résulte ensuite pour A^{IV} cette valeur :

$$A^{IV} = A + a - 2\,\omega.\ tang.\ \frac{a}{2} + \frac{(\varepsilon + \varepsilon')\sqrt{1 - m^2.\ sin^2.\ \frac{a}{2}}}{m.\ cos.\ \frac{a}{2}} + \omega^2.\ tang^3.\ \frac{a}{2}$$

Nous avons tâché de disposer le prisme et le cercle répétiteur de manière que cette condition fût toujours remplie; pour cela nous nous sommes d'abord placés de manière que le plan du cercle coïncidât avec le plan de l'angle réfringent, et qu'en même temps la ligne des nœuds de ce plan sur l'horizon fût perpendiculaire au rayon visuel mené à la mire. Nous nous sommes assurés d'avoir atteint cette position, parce que le fil horizontal de la lunette placée sur zéro, et pointant à travers le vide ou à travers l'air, n'étoit point dévié verticalement, mais varioit également des deux côtés de la mire lorsque l'on faisoit tourner le prisme de quatre angles droits. Nous avons en même temps déterminé cette mire de manière que la clarté de la vision fût la plus grande possible; et comme notre prisme est très-long et très étroit, il n'y a aucun doute que nous devions alors être dirigés à fort peu près dans l'axe. Mais nous avons encore eu un moyen plus sûr et plus direct de nous en assurer. La position que nous avons adoptée, dans laquelle le prisme et le cercle ont été placés à demeure, et dans laquelle toutes nos observations ont été faites, est telle que si l'on en écarte tant soit peu le prisme, la mire n'est pas sensiblement

déviée. Pour prouver cette vérité par l'expérience, il suffit de ne pas ramener tout-à-fait le prisme sur les points de repaire où vont toujours tomber deux fils à plomb placés à ses deux extrémités. Or, en faisant cela, on n'aperçoit pas dans la mire la plus légère déviation, et généralement on peut faire tourner le prisme tant que l'on voudra; pourvu qu'on le remette sur son à plomb, la mire se retrouve sur le fil. Le peu d'influence de cet écart est particulier à la position dont il s'agit, et il tient à ce qu'en faisant varier A d'une très-petite quantité, les termes de dA^{IV}, qui sont multipliés par ω, disparoissent d'eux-mêmes et se réduisent à zéro. C'est ce que l'on peut vérifier aisément par l'expression précédente de A^{IV}, qui donne

$$dA^{IV} = \omega \delta A. \left[- \frac{1}{\sin^2. (A + a)} + \frac{1}{\sin^2. A}\right] + \text{etc.}$$

car le coefficient de ce terme devient nul quand $A = 90 - \frac{a}{2}$; ce qui donne

$$A = 90 + \frac{a}{2} \quad \text{et} \quad \sin. A = \sin. (A + a)$$

D'après cela nous pouvons employer la formule

$$A^{IV} = A + a - 2\,\omega.\,\text{tang}. \frac{a}{2} + \frac{(\varepsilon + \varepsilon')\sqrt{1 - m^2. \sin^2. \frac{a}{2}}}{m.\,\cos. \frac{a}{2}} + \omega^3.\,\text{tang}^3. \frac{a}{2}$$

Supposons, pour plus de simplicité,

$$A + a + \frac{(\varepsilon + \varepsilon')\sqrt{1 - m^2. \sin^2. \frac{a}{2}}}{m.\,\cos. \frac{a}{2}} - A^{IV} = R$$

R sera la déviation observée du rayon, corrigée du défaut de

parallélisme des faces. En effet, si l'on supposoit ω nul, c'est-à-dire si l'on n'avoit égard qu'au défaut de parallélisme, on auroit

$$A^{iv} = (A + a) + \frac{(\varepsilon + \varepsilon')\sqrt{1 - m^2 . \sin^2 . \frac{a}{2}}}{m . \cos . \frac{a}{2}}$$

d'où l'on tire

$$o = (A + a) + \varepsilon + \varepsilon' - A^{iv} - (\varepsilon + \varepsilon')\left(1 - \frac{\sqrt{1 - m^2 . \sin^2 . \frac{a}{2}}}{m . \cos . \frac{a}{2}}\right)$$

Dans ce cas, la déviation, toujours exprimée par $(A + a) + \varepsilon + \varepsilon' - A^{iv}$, aura pour valeur

$$(\varepsilon + \varepsilon') . \left(1 - \frac{\sqrt{1 - m^2 . \sin^2 . \frac{a}{2}}}{m . \cos . \frac{a}{2}}\right),$$

et elle se réduiroit à zéro si m étoit égal à un, c'est-à-dire si le verre réfractoit comme l'air. Ainsi, en général, la quantité

$$(\varepsilon + \varepsilon')\left(1 - \frac{\sqrt{1 - m^2 . \sin^2 . \frac{a}{2}}}{m . \cos . \frac{a}{2}}\right)$$

est la correction due au défaut de parallélisme. Comme on la suppose très-petite, il ne faut que l'ajouter à toutes les réfractions observées; et puisque l'on a supposé en général

$$R = A + a + (\varepsilon + \varepsilon') - A^{iv} - (\varepsilon + \varepsilon') . \left(1 - \frac{\sqrt{1 - m^2 . \sin^2 . \frac{a}{2}}}{m . \cos . \frac{a}{2}}\right)$$

on voit clairement que R exprime la déviation absolue et telle qu'on l'observe, corrigée, par le dernier terme, du défaut

de parallélisme. Pour observer l'angle R et la déviation due au non-parallélisme des faces, nous nous sommes servis du retournement du prisme. Cette déviation agissoit sur le rayon lumineux dans le même sens que l'air condensé ; ainsi nous avons dû l'ajouter à la déviation observée lorsque la déviation due au gaz intérieur se faisoit dans le sens du vide, et la retrancher dans le cas contraire. Enfin on voit par les *fig.* 6 et 7 que la réfraction R ainsi corrigée doit être employée comme positive, si elle a lieu dans le sens du vide, et comme négative quand elle a lieu dans le sens de l'air condensé.

D'après cela l'équation entre ω et R devient

$$0 = R - 2\,\omega.\ tang.\ \frac{a}{2} + \omega^2.\ tang^3.\ \frac{a}{2}$$

d'où, par le retour des suites, on déduit

$$\omega = \frac{R}{2\ tang.\ \frac{a}{2}} + \frac{R^2}{8}$$

équation qui est approchée jusqu'aux quantités du second ordre inclusivement.

Maintenant que l'on connoit la valeur de ω, il devient facile de trouver la déviation que le rayon lumineux doit subir en passant immédiatement de l'air dans le gaz intérieur au prisme. Il suffit de supposer que les faces de la glace qui les sépare soient exactement parallèles. En effet, en nommant comme ci-dessus A l'angle d'incidence, A' l'angle de passage dans le verre, et A'' l'angle de sortie, on a en général

$$cos.\ A' = m.\ cos.\ A$$

$$cos.\ A'' = \frac{1}{m\,(1-\omega)}.\ cos.\ (A' + \varepsilon)$$

Si ε est nul, comme nous le supposons, on aura simplement

$$\cos.\ A'' = \frac{1}{m\,(1-\alpha)} \cdot \cos.\ A'$$

de sorte qu'en éliminant A' il viendra

$$\cos.\ A'' = \frac{1}{1-\omega} \cdot \cos.\ A$$

Introduisons, au lieu de A et de A'', les angles formés par le rayon lumineux et la perpendiculaire aux points de réfraction, on aura

$$A'' = 90 - \theta''; \quad A = 90 - \theta$$

ce qui donne

$$\cos.\ A'' = \sin.\ \theta''; \quad \cos.\ A = \sin.\ \theta$$

et par conséquent

$$\frac{\sin.\ \theta''}{\sin.\ \theta} = \frac{1}{1-\omega}.$$

On voit donc que la quantité $\frac{1}{1-\omega}$ exprime le rapport du sinus d'incidence au sinus de réfraction. Or, lorsqu'un rayon lumineux passe d'un milieu dans un autre, ce rapport est constant et donné par les pouvoirs réfringens des deux milieux; en sorte qu'en faisant

$$P = \frac{4\,k}{n^2}\,\rho; \quad P' = \frac{4\,k'}{n^2}\,\rho'$$

$\frac{4\,k}{n^2}$, $\frac{4\,k'}{n^2}$ étant les pouvoirs réfringens, et ρ, ρ' les densités des milieux extérieur et intérieur, on a

$$\frac{\sqrt{1+P'}}{\sqrt{1+P}} = \frac{\sin.\ \theta''}{\sin.\ \theta}$$

Voyez la *Mécanique céleste*, t. IV, p. 240. Ce qui donne

$$\frac{\sqrt{1+P}}{\sqrt{1+P'}} = \frac{1}{1-\omega}$$

d'où l'on tire

$$(1+P).\,(1-\omega)^2 = 1+P'$$

et enfin

$$P' = (1+P).\,(1-\omega)^2 - 1$$

Cette formule fera connoître le pouvoir réfringent du gaz intérieur au prisme, lorsque le pouvoir P de l'air extérieur sera connu. Soit (P) la valeur de P pour la densité (ρ), et (P') celle de P' pour la densité (ρ'), on aura

$$P = \frac{(P)\,\rho}{(\rho)}; \quad P' = \frac{(P')\,\rho'}{(\rho')}$$

Ceci suppose que le pouvoir réfringent d'un même gaz varie proportionnellement à sa densité, supposition qui est au moins la plus simple que l'on puisse faire, et qui est tout-à-fait conforme à l'expérience, comme le prouvent les observations rapportées dans notre mémoire. On aura ainsi, en éliminant P et P',

$$\frac{(P')\,\rho'}{(\rho')} = \left[1 + \frac{(P)\,\rho}{(\rho)}\right].\,(1-\omega)^2 - 1$$

d'où l'on tire

$$(P') = \frac{(\rho')}{\rho'}.\,\left\{(1-\omega)^2.\,\left[1 + \frac{(P)\,\rho}{(\rho)}\right] - 1\right\}$$

Le rapport des densités est donné par le rapport inverse des pressions barométriques et des dilatations de l'air et du gaz, c'est-à-dire que l'on a

$$\frac{(\rho')}{\rho'} = \frac{0.76\,(1 + t'.\,0.00375)}{p'}; \quad \frac{\rho}{(\rho)} = \frac{p}{0.76\,(1 + t.\,0.00375)}$$

t' étant la température du gaz intérieur au prisme, p' la pression barométrique marquée par l'éprouvette, et de même t la température de l'air extérieur, p la pression barométrique à l'instant de l'observation, pressions qui doivent toujours être corrigées de l'effet de la dilatation du mercure. En substituant ces valeurs dans la formule précédente, et y joignant celle qui sert à trouver ω, on aura pour calculer le pouvoir réfringent des différens gaz

$$(P') = \frac{0.76.\,(1 + t'.\,0.00375)}{p'} . \left\{ (1 - \omega)^2 \left[1 + \frac{(P)p}{0.76.\,(1 + t.\,0.00375)} \right] - 1 \right\}$$

$$\omega = \frac{R}{2\ tang.\ \frac{a}{2}} + \frac{P^2}{8}$$

La réfraction R est la déviation observée corrigée du défaut de parallélisme; elle doit être prise positivement quand $\frac{(P')\,\rho'}{(\rho')}$ est moindre que $\frac{(P)\,\rho}{(\rho)}$, c'est-à-dire quand le gaz intérieur réfracte moins que l'air, et négativement quand il réfracte davantage. Cela résulte de la remarque de la page 365, et l'on peut s'en assurer aisément *à posteriori* en n'ayant égard qu'à la première puissance de R; car il faut toujours que (P') soit une quantité positive, puisque la vitesse de la lumière s'accélère toujours en passant du vide dans un corps quelconque transparent.

On peut trouver le pouvoir réfringent (P') indépendamment du défaut de parallélisme, en comparant des observations faites à diverses densités. En effet, on a

$$\frac{(P')\,\rho'}{(\rho')} = \left[1 + \frac{(P)\,\rho}{(\rho)} \right] . \,(1 - \omega)^2 - 1$$

Pour une autre observation du même gaz à une densité différente, on aura, par analogie,

$$\frac{(P')\,\rho'_1}{(\rho')} = \left[1 + \frac{(P)\,\rho_1}{(\rho)} \right] . \,(1 - \omega_1)^2 - 1$$

ω' étant la valeur de ω dans cette seconde expérience, ces deux équations donnent

$$(P').\left[\frac{\rho'}{(\rho')}-\frac{\rho'_1}{(\rho')}\right]=\left[1+\frac{(P)\,\rho}{(\rho)}\right].(1-\omega)^2-\left[1+\frac{(P)\,\rho_1}{(\rho)}\right].(1-\omega_1)^2$$

Le second membre de cette expression devient nécessairement nul quand $\rho'=\rho'_1$, et il se trouve multiplié par $\omega'-\omega$, comme on peut s'en assurer par le développement. Si l'on se bornoit aux premières puissances de R et de R_1, qui sont les plus influentes et presque les seules auxquelles il soit nécessaire d'avoir égard, la valeur de $\omega-\omega_1$ seroit égale à $\frac{R-R_1}{2\ tang.\ \frac{a}{2}}$, par conséquent indépendante du défaut de parallélisme des faces. Or la déviation des faces étant extrêmement petite, peut se négliger dans les termes du second ordre, ou du moins il est toujours suffisant de prendre pour sa valeur celle qui est à fort peu près connue par les observations. Par conséquent, lorsque l'on aura calculé les deux pouvoirs réfringens $\frac{(P')\,\rho'}{(\rho')}$ et $\frac{(P')\,\rho'_1}{(\rho')}$ avec une déviation des faces supposée exacte, ou même sans avoir aucun égard au défaut de parallélisme, en nommant A la première de ces valeurs et B la seconde, on aura

$$(P')=\frac{A-B}{\frac{\rho'}{(\rho')}-\frac{\rho'_1}{(\rho')}}$$

et ce résultat sera indépendant du défaut de parallélisme des glaces. Ceci suppose que la déviation des faces n'a pas varié dans l'intervalle des observations que l'on compare, et c'est ce qui est toujours vrai pour le même gaz observé à des instans et dans des états de l'air peu différens. Il faut remarquer que les densités ρ' et ρ'_1, ou les pressions qui leur correspondent, ne doivent pas approcher de l'égalité; car le dénominateur de (P') devenant infini à cette limite, les erreurs que l'on auroit

commises dans l'observation affecteroient nécessairement le résultat dans une proportion fort agrandie. Il ne faut pas non plus prendre une des densités trop petite, par une raison semblable; car le pouvoir réfringent qui s'en déduiroit pourroit s'écarter considérablement de la vérité.

Ceci suppose que l'on connoît le pouvoir réfringent de l'air. La valeur peut s'en déduire des formules précédentes, en supposant $(P') = (P)$; mais on peut la simplifier en remarquant que, dans les observations qui s'y rapportent, ρ' et p' sont des quantités fort petites, parce que le vide est fait presque exactement dans le prisme; en sorte qu'il n'y reste qu'une très-petite tension. De plus, on peut toujours supposer que la température du gaz extrêmement rare qui peut rester encore dans le prisme est la même que celle de l'air extérieur : ce qui donne $t = t'$. Alors les formules précédentes donnent

$$\frac{(P)\,\rho'}{(\rho)} = \left[1 + \frac{(P)\,\rho}{(\rho)}\right].\,(1 - \omega)^2 - 1$$

d'où l'on tire

$$(P) = \frac{2\,\omega - \omega^2}{\frac{\rho - \rho'}{(\rho)} - \frac{\rho}{(\rho)}.\,(2\,\omega - \omega^2)}$$

On peut, dans le dénominateur du second membre, négliger le carré de ω, puisque le numérateur est déja multiplié par cette quantité. De plus, ρ' étant très-petit, on peut encore négliger son produit par $2\,\omega$; et alors l'expression précédente de (P) peut se mettre sous cette forme :

$$(P) = \frac{2\,\omega - \omega^2}{\left(\frac{\rho - \rho'}{\rho}\right).\,(1 - 2\,\omega)}$$

ou, en développant le dénominateur et négligeant ω^2,

$$(P) = \frac{2\,\omega + 3\,\omega^2}{\frac{\rho - \rho'}{(\rho)}}$$

On aura donc, pour déterminer le pouvoir réfringent de l'air, par les observations du vide, les formules

$$(P) = \frac{(2\,\omega + 3\,\omega^2)\, 0^m 76.\, (1 + t.\, 0.00375)}{p - p'}$$

$$\omega = \frac{R}{2\ tang.\ \frac{a}{2}} + \frac{R^2}{8}$$

Au contraire si, connoissant le pouvoir réfringent, on veut trouver la déviation vraie correspondante à une observation du vide, on aura par le retour des suites

$$\omega = \frac{1}{2} \cdot \frac{(P).\,(p - p')}{0.76.\,(1 + t.\, 0.00375)} - \frac{3}{8} \cdot \frac{(P)^2.\,(p - p')^2}{[0.76.\,(1 + t.\, 0.00375)]^2}$$

$$R = 2\,\omega.\ tang.\ \frac{a}{2} - \omega^2.\ tang^3.\ \frac{a}{2}$$

Si la densité ρ' et la pression p' n'étoient pas extrêmement petites, on ne pourroit pas faire dans le calcul les suppositions précédentes; mais, dans tous les cas, en reprenant la formule fondamentale

$$\omega = 1 - \frac{\sqrt{1 + \frac{(P')\,\rho}{(\rho')}}}{\sqrt{1 + \frac{(P)\,\rho}{(\rho)}}}$$

on en déduira les valeurs de ω pour chaque circonstance, et l'on aura ensuite

$$R = 2\,\omega.\ tang.\ \frac{a}{2} - \omega^2.\ tang^3.\ \frac{a}{2}$$

où l'on voit que ω et R seront positives tant que $\frac{(P')\,\rho'}{(\rho')}$ sera moindre que $\frac{(P)\,\rho}{(\rho)}$, c'est-à-dire tant que le gaz intérieur réfractera moins que l'air de dehors, et les mêmes quantités seront négatives dans le cas contraire.

Ces dernières formules nous ont servi pour calculer les déviations que l'air et les gaz devoient produire à diverses densités. En effet, il est visible que R est la déviation vraie, c'est-à-dire corrigée du défaut de parallélisme des faces. En la comparant à la déviation observée, la différence doit être égale à l'erreur qui résulte du défaut de parallélisme si le pouvoir réfringent d'un même gaz est proportionnel à sa densité ; or c'est ce qui a lieu très-exactement, comme on le voit par le tableau de la page 322. Il ne peut donc rester aucun doute sur cette importante propriété des fluides aériformes.

TROISIÈME NOTE.

Détermination du coefficient barométrique de la formule de M. Laplace, d'après les rapports des densités de l'air et du mercure.

LES données fournies par l'expérience sont :

1°. Le poids de l'air contenu, sous une pression et à une température déterminées, dans un ballon d'une capacité constante ;

2°. Le poids du mercure contenu, sous une pression et une température déterminées, dans un ballon d'une capacité pareillement constante, mais moindre que le précédent ;

3°. Les rapports de capacité des deux ballons à une même température.

Mais comme ces diverses mesures ne peuvent pas être prises rigoureusement dans les mêmes circonstances, il est nécessaire de les y ramener d'après les lois connues des dilatations de l'air, du mercure et du verre. Pour cela nous admettrons comme données secondaires les résultats suivans :

1°. La dilatation de l'air parfaitement sec, depuis la température de la glace fondante jusqu'à celle de l'ébullition, la pres-

ion restant la même, est égale à 0.375 de son volume primitif; ce qui donne 0.00375 pour chaque degré du thermomètre centigrade, en comptant depuis 0 degré. C'est le résultat trouvé par Gay Lussac.

2°. La dilatation du mercure est $\frac{1}{5412}$ pour chaque degré du thermomètre centigrade. C'est le résultat des expériences de MM. Lavoisier et Laplace; il est d'accord avec les expériences adoptées par la Société royale de Londres, lesquelles donnent $\frac{1}{5424}$ (*Transact. philosoph.* t. LXVII). Cette dilatation est uniforme dans toute l'étendue de l'échelle thermométrique, depuis 0 jusqu'à 100 degrés. Ceci a été prouvé par Gay Lussac, en comparant le thermomètre à mercure et le thermomètre à air.

3°. Enfin la dilatation du verre est égale à 0.0000087572 pour chaque degré du thermomètre centigrade, dans le sens d'une seule dimension. En la triplant on aura celle du volume, qui sera par conséquent égale à 0.0000262716. C'est encore un résultat trouvé par MM. Lavoisier et Laplace.

En combinant toutes les données précédentes, on peut ramener toutes les pesées à une même pression atmosphérique, à une même température, et en conclure les rapports exacts des pesanteurs spécifiques. Nous choisirons pour cet objet la température de la glace fondante et la pression 0^{m}76.

Soit (X) le poids du mercure contenu dans le petit ballon à 0 degré, ce poids étant réduit au vide. (X) sera égal au poids du petit ballon plein de mercure, moins le poids de l'enveloppe de verre qui forme le même ballon, plus le poids d'un volume d'air égal à sa capacité. Soit de même (A) le poids de l'air contenu dans le grand ballon à 0 degré, et sous la pression 0^{m}76. Enfin, soient (v) et (V) les capacités respectives des deux ballons dans les mêmes circonstances, le rapport du poids spécifique du mercure à celui de l'air sera

$$\Delta = \frac{(X)}{(A)} \cdot \frac{(V)}{(v)}$$

Si ensuite on représente par M le module des tables logarithmiques, ou 2.30258509, par C le coefficient de la formule barométrique de M. Laplace, et par Ψ la latitude du lieu de l'observation, on aura

$$C = \frac{M.\ \Delta.\ 0^{m}76}{(1 + 0.002845.\ \cos.\ 2\ \Psi)}$$

Cette formule peut se déduire de celle que M. Laplace a donnée dans sa *Mécanique céleste*, t. IV, p. 293.

C'est ainsi qu'il faudroit opérer si les pesées étoient faites à 0 degré, et sous la pression $0^{m}76$. Ces circonstances sont presque impossibles à obtenir avec exactitude; mais on peut aisément y réduire tous les résultats.

Commençons par le poids de l'air. Pour le déterminer on pèse le grand ballon, après y avoir fait le vide exactement; on pèse ensuite le même ballon ouvert et communiquant à l'air extérieur. Soit A la différence des poids observés; nommons p la pression de l'atmosphère exprimée en mètres, t la température en degrés du thermomètre centésimal, ces deux quantités étant supposées les mêmes dans les deux pesées; enfin, soit k la dilatation du verre, ou 0.0000262716, et T la tension de la vapeur d'eau contenue dans l'air, vapeur dont le poids est à celui de l'air comme 10 à 14, lorsque leurs tensions sont égales, le poids (A) du volume d'air réduit à 0 et à $0^{m}76$, sera donné par la formule

$$(A) = \frac{A.\ 0^{m}76.\ (1 + t.\ 0.00375)}{(p - \frac{3}{7}\ T).\ (1 + kt)}$$

Pour évaluer la tension T, nous avons employé la formule que M. Laplace a donnée dans la *Mécanique céleste*, t. IV, p. 273; mais comme l'air n'est pas toujours saturé d'eau, nous avons réduit les tensions calculées, d'après l'indication de l'hygromètre, en faisant usage pour cela d'une table que Saussure a

donnée dans son *Hygrométrie*, table qui est fondée sur des expériences, dans les termes où nous en avons fait usage.

De même, si le poids du mercure a été observé à la température t, et qu'après l'avoir réduit au vide on l'ait trouvé égal à X, on aura, en le ramenant à zéro,

$$(X) = \frac{X\left(1 + \frac{t}{5412}\right)}{(1 + kt)}$$

Telles sont les formules dont nous avons fait usage, et que nous avons appliquées aux expériences suivantes :

Pesées de l'air atmosphérique.

Mois de mars.	Barom.	Therm. du barom.	Tempér. de l'air.	Hygrom.	Poids du ballon vide et fermé.	Poids du ballon plein et ouvert.	Poids du volume d'air.	Poids réduit à 0 et à 0^m76.
1	0.7609	+10.5	+10.5	89°0	1022g062	1029g013	6g951	6g2554
2	0.7632	9.6	9.75	89.0	1022.026	1029.018	6.992	7.2543
3	0.7552	11.5	11.5	89.0	1031.515	1038.389	6.874	7.2580*
6	0.7650	9.5	9.5	80.0	1031.369	1038.386	7.017	7.2479
11	0.7358	7.8	8.8	83.5	1031.621	1038.386	6.765	7.2442
12	0.7272	9.0	10.0	83.0	1031.718	1038.386	6.668	7.2580
12	0.7290	7.9	8.9	83.5	1031.679	1038.386	6.707	7.2526
12	0.7255	8.5	9.5	83.3	1031.736	1038.390	6.654	7.2462
Moyenne entre toutes les observations.								7.25215
Moyenne en négligeant l'observation du 11 mars								7.25323

La seconde de ces deux moyennes est celle que nous avons employée; elle ne donneroit, dans le coefficient du baromètre, qu'une différence de deux unités sur le dernier chiffre avec la précédente.

* On a soudé le robinet au ballon, ce qui a changé son poids sans changer sa capacité.

On a de même pesé le mercure à plusieurs reprises, avec

les précautions que nous avons décrites dans le mémoire, et sur-tout en prenant bien soin de chasser par une longue ébullition l'air et les vapeurs qui pouvoient s'être attachées au petit ballon qui le contenoit.

Dans la première opération faite le 16 mars, le ballon a été rempli de mercure à la température de 12°5, le baromètre marquant $0^{m}7439$. Sa température étoit la même que celle de l'air. Le poids du ballon plein de mercure étoit $1515^{g}229$, d'où retranchant le poids du verre qui formoit l'enveloppe, et qui étoit de $172^{g}240$, il reste $1342^{g}989$ pour le poids du mercure dans l'air.

Or nous savons par une expérience dont nous parlerons tout à l'heure, que le volume du grand ballon où l'on a pesé l'air, est à celui du petit ballon où l'on a pesé le mercure, à fort peu près comme 56.40 est à l'unité. D'ailleurs, en calculant le poids de l'air que le grand ballon contiendroit dans les circonstances précédentes, on le trouve égal à $6^{g}756395$; d'où il résulte que le poids du volume d'air déplacé par le mercure dans le petit ballon, étoit $0^{g}11981$. Cette quantité étant ajoutée à $1342^{g}989$, donne $1343^{g}10881$ pour le poids du mercure réduit au vide. C'est la valeur de X. Il ne reste plus qu'à la ramener à zéro; ce qui est facile par les formules précédentes, et l'on trouve ainsi

$$(X) = 1345^{g}769016$$

C'est le poids absolu du mercure contenu dans le petit ballon, à la température de la glace fondante, ce poids étant réduit au vide.

Dans une autre pesée du mercure, faite avec le même ballon le 21 juillet, on a trouvé son poids égal à $1340^{g}803$, la température étant à 20°6. Le baromètre marquoit $0^{m}7580$, sa température étoit celle de l'air. D'après ces données la correction due au volume d'air déplacé est $0^{g}118692$; et l'on trouve ainsi

$1341^{g}011692$ pour le poids du mercure réduit au vide. Enfin, en ramenant le poids à zéro, on a cette seconde valeur de (X)

$$(X) = 1345^{g}38794$$

Cette valeur diffère peu de la précédente, et nous les emploierons toutes deux successivement pour comparer les résultats qui s'en déduiront.

Il ne nous reste plus qu'à dire comment nous avons obtenu les rapports de capacité des deux ballons. Pour cela nous les avons remplis d'eau à la même température, et nous les avons pesés avec des balances très-exactes. En ôtant, des poids observés, ceux des deux enveloppes, et divisant les restes l'un par l'autre, on a le rapport de volume des deux ballons.

Ceci suppose que les deux pesées sont faites à la même pression de l'atmosphère, et c'est ce qui n'a pas toujours lieu. Ainsi le 21 juillet, ayant pesé le petit ballon plein d'eau distillée à la température de 20°1, et sous la pression de $0^{m}76$, on a trouvé le poids de cette eau égal à $98^{g}721$; et le 27 juillet, en pesant le grand ballon plein d'eau à la même température de 20.1, mais sous la pression de $0^{m}7517$, on a trouvé $5567^{g}142$ pour le poids de l'eau qu'il contenoit. Si la pression étoit égale dans les deux cas, on en déduiroit 56.39269 pour le rapport des volumes. Mais, à cause de la différence, si l'on représente par n le nombre de fois que l'air est plus léger que l'eau à cette température, les deux poids précédens réduits au vide deviendront

$$98.721\left(1+\frac{0^{m}7517}{n.\ 0^{m}76}\right)$$

et

$$5567.142\left(1+\frac{0^{m}7580}{n.\ 0^{m}76}\right)$$

Et si l'on fait $n = 800$, ce qui est à fort peu près sa valeur exacte, la correction qui en résulte est 0,0005843, et l'on trouve

alors 56.392106 pour le rapport réel des capacités des deux ballons.

Nous avons obtenu une seconde fois ce rapport par deux pesées faites le 3 août, à la même pression de $0^{m}7589$, et à la même température de $20^{o}9$; le poids de l'eau contenue dans le petit ballon s'est trouvé de $98^{g}716$, et celle du grand ballon $5568^{g}394$; ce qui donne 56.4082 pour le rapport des volumes : résultat peu différent du premier.

Maintenant si l'on calcule successivement le coefficient barométrique pour le 45e degré de latitude, d'après les deux pesées du mercure, on trouve les quatre valeurs suivantes :

	$18316^{m}1$
	$18311^{m}8$
	$18321^{m}3$
	$18317^{m}0$
Moyenne	$18316^{m}6$

La moyenne de ces quatre expériences ne diffère que de six unités sur le dernier chiffre avec celle qui s'en écarte le plus. Cela répond à une différence d'un mètre sur la hauteur de Chimboraço.

Cette valeur est calculée pour l'air parfaitement sec. Elle seroit moindre si l'air étoit humide; car la vapeur d'eau pesant moins que l'air à tension égale, un même abaissement dans le baromètre répond à une plus grande différence de niveau. Pour calculer la correction qui en résulte dans le coefficient barométrique, conservons toujours la température zéro et la pression $0^{m}76$. Mais supposons l'air saturé d'humidité. Dans ce cas la tension de la vapeur est $0^{m}0051$, d'après la formule de M. Laplace, et conformément aux expériences de Dalton; par conséquent, si elle pesoit autant que l'air, elle feroit les $\frac{51}{7600}$ de son poids; mais, comme sa pesanteur relative est $\frac{10}{14}$, il s'ensuit que sa substitution dans l'air y produit seulement une dimi-

nution de poids égale à $(1 - \frac{10}{14}) \cdot \frac{51}{7600}$, ou $\frac{2}{7} \cdot \frac{51}{7600}$, c'est-à-dire à peu près $\frac{1}{521}$. Le coefficient barométrique s'accroît dans le même rapport, c'est-à-dire de 35.2, ce qui le porte à 18351^{m}8.

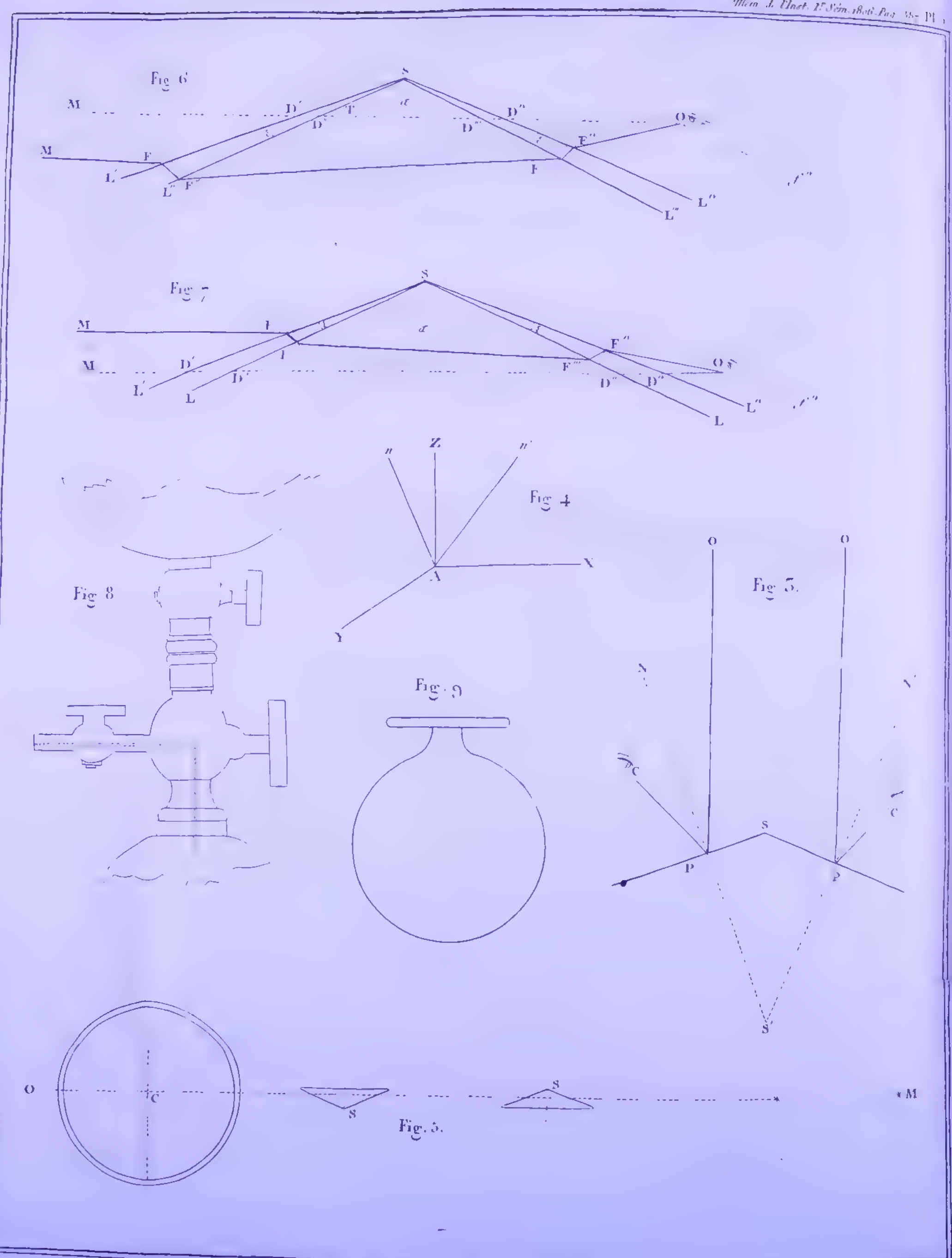
M. Ramond a trouvé ce coefficient égal à 18336. Cette valeur est plus grande que 18316.6, qui convient à l'air sec, et moindre que 18351.8, qui convient à l'air saturé d'humidité; mais elle coïncide avec la moyenne, qui est 18334. En effet, le résultat de M. Ramond doit se trouver entre ces extrêmes, puisqu'il est déduit d'un grand nombre d'observations faites dans des états différens de l'air.

En général, si l'on adopte les résultats précédens, le coefficient barométrique de la formule de M. Laplace sera 18316.6 pour l'air parfaitement sec, et $\frac{18316.6}{(1 - \frac{2}{7}) \frac{T}{0^m76}}$ pour l'air humide, T étant la tension de la vapeur d'eau qui s'y trouve réellement. Cette tension peut se déduire de la formule de M. Laplace, dans le cas de l'humidité extrême, et dans les autres cas il faut la réduire d'après l'indication de l'hygromètre, suivant une loi qui n'a point encore été déterminée en général par des expériences exactes. En employant cette réduction on pourroit se servir du coefficient de la dilatation 0.00375, qui convient à l'air sec.

M. Laplace a compris la correction $\frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0^m76}$, relative à la vapeur d'eau, dans le coefficient de la dilatation, qu'il a pris égal à $\frac{1}{250}$; et en effet la somme des deux termes $\frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0^m76} + \frac{t+t'}{2} \cdot 0.00375$, est toujours, à fort peu près, égale à $\frac{t+t'}{2} \cdot 0.004$, ou $2 \frac{t+t'}{1000}$, du moins dans les limites où se font ordinairement les observations.

Les expériences que je viens de rapporter dans cette note font encore connoître les rapports des poids du mercure et de




Fig. 6
Fig. 7
Fig. 4
Fig. 8
Fig. 3.
Fig. 9
Fig. 5.

l'air; car ce rapport est la quantité que nous avons représentée par Δ. En la calculant successivement par les quatre expériences, on lui trouve les valeurs suivantes :

	10462.6
	10461.1
	10463.0
	10465.5
Moyenne	10463.0

C'est la pesanteur du mercure à zéro et à $0^{m}76$ pour la latitude de Paris, la densité de l'air sec étant prise pour unité. En réduisant cette valeur au 45e degré de latitude, elle devient 10466.8.

Il seroit facile de comparer ces résultats au poids de l'eau pris à la même température, si l'on avoit des expériences exactes sur la dilatation de ce liquide vers les degrés où nous avons opéré; mais comme il n'en existe point qui soient assez certaines, nous sommes forcés de remettre cette recherche à un autre temps. Nous nous bornerons à dire par approximation qu'à la température de zéro, et sous la pression $0^{m}76$, la pesanteur spécifique de l'air doit être peu différente de $\frac{1}{773}$, et celle du mercure de 13.599, la densité de l'eau étant prise pour unité.

FIN DU PREMIER SEMESTRE DE 1806.

MÉMOIRES

DE LA CLASSE DES SCIENCES

MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES

DE

L'INSTITUT NATIONAL

DE FRANCE.

MÉMOIRES

DE LA CLASSE DES SCIENCES

MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES

DE

L'INSTITUT NATIONAL

DE FRANCE.

DEUXIÈME SEMESTRE DE 1806.

TOME SEPTIÈME, SECONDE PARTIE.

PARIS.

BAUDOUIN, IMPRIMEUR DE L'INSTITUT.

GARNERY, Libraire, rue de Seine, hôtel de Mirabeau.

JANVIER M DCCC. VII.

TABLE

DES

ARTICLES CONTENUS DANS CE SEMESTRE.

HISTOIRE.

MÉMOIRES.

MÉMOIRES

DE LA CLASSE

DES SCIENCES

MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES.

SECOND MÉMOIRE

SUR

LA MESURE DES HAUTEURS A L'AIDE DU BAROMÈTRE,

Par M. Ramond.

Lu le 12 mai 1806.

En terminant le dernier mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à la classe, j'avois essayé de déduire directement le coefficient du baromètre des expériences faites antérieurement pour déterminer les poids absolus de l'air, de l'eau et du mercure. Les conséquences de cette recherche étoient déjà si favorables aux conclusions que j'avois tirées de l'observation, qu'il sembloit difficile de rapprocher davantage des résultats obtenus

par des procédés si différens. Cependant de nouvelles expériences, faites avec des précautions tout-à-fait particulières, viennent de combler entièrement le petit intervalle qui séparoit encore des quantités si voisines. J'avois trouvé par l'observation 18336 mètres pour le coefficient, à la température de la glace fondante, au niveau de la mer et au 45ᵉ degré de latitude. Notre confrère Biot trouve par l'expérience 18332 pour la latitude de Paris, ce qui devient 18339 pour le parallèle moyen. La différence entre nous n'est pas d'un six millième : elle est nulle, puisqu'elle est au-dessous des moindres erreurs qui puissent se glisser dans des opérations aussi délicates et aussi compliquées.

Je ne me prévaudrai point d'un concert aussi remarquable pour m'attribuer une exactitude inconnue à mes dévanciers. Certainement, je ne me flatte pas d'avoir mieux observé que Deluc, Saussure et tant d'autres physiciens illustres; mais j'ai eu le bonheur d'opérer dans des circonstances plus favorables; et tel est ici l'empire des circonstances que, faute de démêler celles qui conviennent aux observations de ce genre, il seroit également impossible à ceux qui voudroient les répéter, soit de s'assurer par eux-mêmes de la justesse de notre coefficient, soit d'apprécier la nature et l'étendue des erreurs qu'ils pourroient commettre en s'écartant des conditions de son emploi.

Je range ces circonstances sous trois chefs : *Influence des heures*, *influence des situations*, *influence des météores*.

§ I. *Des heures.*

J'AI déjà dit que de toutes les causes qui peuvent modifier les résultats, l'influence des diverses parties du jour m'a constamment paru la plus puissante. Il y a long-temps qu'on l'a reconnue. Le peu d'usage que l'on a fait de ce premier aperçu prouve assez que l'on n'en a pas bien senti l'importance. Il me suffira, pour la mettre dans tout son jour, de présenter ici les moyennes de cent cinquante observations, prises au hasard dans le grand nombre de celles que j'ai faites durant trois ans dans cette vue.

1°. *Élévation de mon cabinet, à Bagnères, au dessus de celui de M. Dangos, à Tarbes.*

51 observations, du 14 octobre au 21 décembre 1803.

14 observations de sept heures du matin, moyenne	251 mètres.
23 observations de midi	258
7 observations de trois heures du soir	254
7 observations de neuf heures du soir	252

2°. *Élévation de mon cabinet, à Barèges, au dessus de celui de M. Dangos, à Tarbes.*

99 observations, du premier août au 23 novembre 1803.

12 observations de six heures du matin	915 mètres.
6 observations de huit heures du matin	924
38 observations de midi	936
19 observations de quatre heures du soir	921
14 observations de dix heures du soir	907

Sept à huit cents observations de ce genre, toutes calculées séparément, m'ont offert constamment la même marche. Les saisons et les lieux n'y ont apporté de changemens que dans l'étendue de la variation. Au sommet des pics comme en plaine et comme au fond des vallées, celles du matin et du soir ont donné les hauteurs d'autant moindres que l'heure où je les faisois étoit plus éloignée du milieu du jour; cependant ce n'est point l'heure précise de midi qui partage les deux progressions. Les hauteurs déduites continuent à croître encore jusques vers une heure ou deux, plus ou moins; mais la quantité comme la durée de cet accroissement dépendent beaucoup de la saison, de la présence du soleil et peut-être de la direction des vents. Une petite partie de ces variations horaires pourroit être attribuée à l'état hygrométrique de l'atmosphère, et il ne seroit pas difficile d'introduire dans le calcul une correction pour l'humidité; mais la plus forte portion de l'erreur résulte incontestablement d'une cause bien plus puissante et bien moins appréciable, savoir l'influence des vents ascendans et descendans, qui agissent à la fois sur le baromètre et sur le thermomètre, soit en augmentant ou diminuant le poids de la colonne d'air au gré de leur vitesse et de leur direction, soit en apportant des couches supérieures ou inférieures de l'atmosphère une température étrangère au lieu où se fait l'observation. De pareilles perturbations sont essentiellement anomales : aussi diversifiées que les temps, les saisons et les lieux, elles se refusent à toute

appréciation, même approximative; il n'y a d'autre ressource que d'éviter les heures où leur intervention est la plus ordinaire. Celles du milieu du jour en sont le moins communément affectées, et l'heure du midi a entre elles cet avantage particulier que les hauteurs qu'elle donne, sont assez exactement moyennes entre celles que fournissent les observations faites dans la limite des trois ou quatre heures qui composent cette petite période d'équilibre.

Ces considérations me paroissent condamner sans retour ces autres moyennes que l'on est dans l'habitude de prendre entre des observations faites pêle-mêle à différentes heures du jour et de la nuit. Au lieu d'approcher du but qu'on se propose, on s'en écarte indéterminément en comparant des résultats qui ne sont nullement comparables. Où il n'y a point de somme, il n'y a point de moyenne : il faut employer le choix avant de se réduire à l'instrument du doute, et réprouver les quantités hétérogènes, pour ne mettre en balance que celles en faveur de qui toutes les présomptions sont égales. Or, puisqu'il est démontré que chaque partie du jour imprime aux observations une marche qui lui est propre, on ne gagnera certainement rien à appeler en témoignage les heures où nos formules sont constamment en défaut. C'est enlever des chances à la vérité et en fournir à l'erreur, que de mettre en concours les probabilités de l'une avec la certitude de l'autre. Et, par exemple, s'il est vrai, comme je l'ai avancé et comme Saussure le soupçonnoit avant moi, que

l'heure de midi donne seule les hauteurs justes, que servoit à la mesure du col du Géant de mêler les observations du matin, du soir et de la nuit à celles du milieu du jour, puisque celles-là n'étoient propres qu'à introduire l'erreur dans une proportion qui dépendoit du nombre respectif des unes et des autres, en sorte qu'il pouvoit y avoir autant de moyennes différentes qu'il auroit plu à l'observateur d'employer de doses de chacune ?

§ II. *Des situations.*

Une autre circonstance est de nature à exercer une puissante influence sur la justesse des mesures prises à l'aide du baromètre; celle-ci a été à peine entrevue et n'a pas été du tout appréciée : c'est le lieu de l'observation. Les baromètres correspondans peuvent être placés dans les plaines, sur des montagnes plus ou moins dominantes ou dominées, dans des vallées plus ou moins étroites et profondes; ils peuvent être tous deux dans la même position, ou bien être chacun dans une position différente. Chacune de ces combinaisons a ses conséquences particulières, et moins elles sont évitables, plus il importe de connoître le sens et l'étendue des erreurs qu'elles peuvent occasionner.

Comme il n'y a réellement qu'une seule heure du jour qui convienne parfaitement aux observations, de même il n'y a en quelque sorte qu'une seule situation qui puisse satisfaire complettement l'observateur : il faudroit que les baromètres pussent être toujours placés

sur des sommets isolés. Plus l'isolement sera complet, moins les influences locales qui dépendent de la présence de la terre, affecteront la portion de l'atmosphère qui environne les instrumens; plus les élévations seront considérables, et plus la somme des accidens qui agissent sur la totalité de la colonne d'air, sera petite pour la partie de cette colonne qui est soumise à l'expérience.

Cette dernière considération explique pourquoi les variations du baromètre diminuent communément à mesure que l'on s'élève. J'ai porté neuf fois cet instrument au sommet du pic du midi: chaque fois j'y ai fait une suite d'observations. La température y a varié de plus de 12 degrés. J'ai choisi exprès des temps fort différens, et spécialement ceux des plus grandes hausses et des plus grandes baisses du mercure. J'y ai trouvé sa moyenne élévation à 543 millimètres, et les extrêmes de la variation ont été renfermés dans l'espace de 13.66 millimètres, ou exactement six lignes. Ces mêmes variations ont été presque de moitié plus fortes dans la plaine voisine, qui est elle-même fort élevée.

Il suit de là que lorsque l'un des deux baromètres étant au haut d'un pic, l'autre est placé au bas de la montagne, la plus grande partie des erreurs est à imputer à l'observation inférieure; aussi l'observation supérieure est ordinairement comparable à toutes celles qui peuvent être faites dans des plaines même fort éloignées, tandis que les observations de la plaine sont à peine comparables entre elles, même aux plus médiocres distances. J'ai eu la curiosité de calculer celles

que j'ai faites au haut des Pyrénées, avec les observations que notre confrère Bouvard fait à Paris. L'énorme distance qui nous séparoit s'est rendue peu sensible dans les résultats, et les erreurs ont été d'autant plus médiocres que les hauteurs à mesurer étoient plus considérables. Ces erreurs même ont paru affecter un sens déterminé et suivre une loi qui vaudra la peine d'être examinée. Le désordre, au contraire, a été extrême lorsque j'ai voulu appliquer le baromètre au nivellement des plaines. Je n'en présenterai qu'un exemple dans trente-cinq observations que j'ai faites à Marly-la-Ville pour déterminer l'élévation de son plateau au-dessus du cours de la Seine, à Paris. Ce sont encore les observations de Bouvard qui m'ont servi de terme de comparaison.

Élévation de Marly-la-Ville au-dessus de l'Observatoire.

10 juillet 1804, à midi	64 mètres.	7 octobre 1804, à midi	59 mètres.
11	63	10	69
12	65	11	62
13	62	12	71
26 septembre	59	13	75
27	63	14	69
28	64	15	72
30	71	16	70
1 octobre	76	18	66
2	68	19	66
3	65	23	68
4	68	24	67
5	74	25	63
6	67	26	66

29 octobre 1804, à midi .	66 mètres.	2 novem. 1804, à midi .	60 mètres.
30	62	3	55
31	73	4	62
1 novembre	68		

Moyenne des trente-cinq observations	66
Élévation de l'Observatoire au-dessus des basses eaux . .	47
Élévation de Marly au-dessus de la Seine à Paris	113

Dans cette série, on voit varier les résultats de 10 à 11 mètres d'un jour à l'autre, quoiqu'ils appartiennent tous à l'heure la plus favorable, et les extrêmes ont embrassé un intervalle de 21 mètres, quantité fort considérable en elle-même, et qui devient énorme si on la compare à la hauteur mesurée, puisqu'elle constitue le tiers de la moyenne arithmétique des trente-cinq observations. Aucune autre position des deux baromètres correspondans n'offrira de pareilles aberrations, et il est possible qu'elles soient dues en partie à l'interposition de Paris; mais elles avertissent assez de la réserve qu'il faut apporter à prononcer sur de petites différences de niveau, lorsqu'on les conclut d'observations faites dans les couches inférieures de l'atmosphère et dans ces positions où l'air étant de toutes parts en contact avec la terre, subit une multitude de modifications inappréciables, qui agissent sur les instrumens à l'insû de l'observateur.

Sous ce dernier rapport, les vallées participent à la condition des plaines; mais cette condition est singulièrement altérée par l'inclinaison des pentes, la hau-

teur des montagnes environnantes et les directions que ces circonstances impriment aux courans d'air. Saussure avoit reconnu combien les gorges étroites et profondes étoient peu propres aux observations barométriques. Il n'y auroit pas besoin d'en apporter d'autre preuve que celle que nous fournit la Novalèse. Deluc y a fait trois observations qui ont donné 422, 414, 400 toises, dont la moyenne seroit 412 toises. Voilà de grandes différences. Les observations de Saussure les augmentent probablement encore. Il en a fait huit qu'il ne détaille point; il se borne à en donner la moyenne, qui est 400 toises. Or, s'il a employé ici la formule de Trembley, cette moyenne, ramenée au calcul de Deluc, se réduiroit à 390 toises. Mes propres observations ne m'ont guère fourni d'exemples de pareilles disparates. Il est probable que celles-ci procèdent en bonne partie des heures où les observations ont été faites, de la distance où se trouvoit le baromètre correspondant, qui étoit généralement en permanence à Genève, de la situation même de cette ville au pied des plus hautes montagnes des Alpes, situation que je regarde comme peu propre à fournir une base solide aux opérations de ce genre; enfin de l'interposition d'une grande partie de la chaîne, qui séparoit et modifioit diversement les deux atmosphères où les instrumens étoient placés. Saussure, au reste, ne s'est point trompé sur la cause générale qui influe sur les observations faites dans de pareils lieux : il la trouve *dans les vents verticaux*, *qui tantôt augmentent et tantôt diminuent la pression de l'air sur*

le mercure (1); mais cette même cause de trouble agit dans bien d'autres cas, et dans celui-ci elle prend, à mon gré, un caractère très-remarquable par l'uniformité avec laquelle elle paroît agir dans un seul et même sens. C'est ce que Saussure n'a point remarqué, et c'est ce qui résulte de mes propres observations, si elles ne m'ont point abusé.

La plupart de ces observations ont été faites dans la vallée de Barèges. Je ne pouvois rencontrer un lieu plus propre à déterminer l'action des gorges étroites et profondes sur les instrumens météorologiques. Quoique cette vallée soit déjà très-élevée, puisqu'elle se trouve à 1290 mètres au dessus du niveau de la mer, cependant elle n'en est pas moins enfoncée entre deux chaînes de montagnes qui la dominent immédiatement de 12 à 1400 mètres, et ne laissent entr'elles qu'un intervalle de quelques centaines de pas. Au fond d'un pareil canal que tous les vents sont forcés de parcourir dans le sens de son inclinaison, où des montagnes glacées versent par torrens l'air que le froid de leurs cimes a condensé autour d'elles, qui reçoit dans des directions convergentes celui que le même refroidissement précipite incessamment des hautes régions de l'atmosphère, et dont les parois absorbent ou réfléchissent la chaleur selon qu'ils sont éclairés du soleil ou privés de sa lumière, on doit s'attendre que le poids et la température de l'air, indiqués par les instrumens, seront rarement

(1) *Voyages dans les Alpes*, § 1256.

dans un rapport exact avec l'élévation où ils sont placés, et l'on peut déjà prévoir à peu près dans quel sens se feront les erreurs auxquelles on est exposé.

Or, la hauteur de Barèges, au dessus de Tarbes, est suffisamment établie par des nivellemens, et notamment par celui de MM. Vidal et Reboul, nivellement qui a été prolongé jusqu'à la cime du pic du midi, et qui a servi à déterminer l'élévation relative de tous les degrés de cette longue échelle. Je ne puis former le moindre doute sur cette belle opération qui m'est parfaitement connue, et que j'ai vu exécuter, il y a dix-neuf ans, avec des précautions qui la mettent à l'abri de tout soupçon. Il m'étoit donc facile de reconnoître ici la marche du baromètre, en comparant à la hauteur réelle, les hauteurs conclues à l'aide de cet instrument et au moyen des formules qui donnoient la hauteur juste dans des positions favorables. Mais il falloit multiplier beaucoup les observations, parce que dans un lieu pareil je devois m'attendre à de grands écarts. J'en ai donc fait et calculé séparément quatre à cinq cents en différentes années et en différentes saisons. Elles ont été fort divergentes, quoique beaucoup moins que celles de la Novalèse; mais ce qu'elles ont eu de bien remarquable, c'est qu'aucune n'a donné la hauteur véritable, et que la moyenne des observations de midi même est demeurée invariablement d'une vingtaine de mètres au dessous de cette hauteur.

J'ai fait ensuite quelques observations à Luz et à Gavarnie, situés de même au fond de bassins plus ou

moins étroits et fortement dominés. L'élévation de ces lieux nous est également connue par des nivellemens : j'ai eu constamment la même erreur en défaut.

J'ai porté le baromètre sur des plateaux et des rochers compris dans ces grandes excavations, mais saillans au dessus de leur fond : le résultat a encore été le même.

La marche n'a changé que vers ces hauts cols où l'air reprend sa liberté. Au Tourmalet et au port de Gavarnie, élevés, l'un de 2195 mètres, l'autre de 2331, le baromètre m'a donné presque exactement la hauteur que les nivellemens leur ont assignée.

Dans les gorges étroites où j'ai opéré, les deux instrumens consultés ont dû être affectés chacun à leur manière par les circonstances locales. Mais il est évident que le thermomètre n'est pour rien dans les erreurs faites à midi, dès que ces erreurs ont été en moins ; car c'est le propre des lieux ainsi disposés de concentrer la chaleur durant le gros du jour, et le coëfficient s'y trouve habituellement exagéré de cet excès de température. Les observations de midi devoient donc donner des hauteurs trop fortes : or, l'erreur étant toujours en sens contraire, il falloit recourir à une autre influence qui l'emportât de beaucoup sur celle de la chaleur. Je la trouve dans la pression constante des vents descendans que l'inclinaison des pentes dirige sur la cuvette du baromètre, et qui élève la colonne de mercure au dessus du point où le poids seul de l'atmosphère l'auroit soutenue.

Il m'étoit aisé de vérifier cette conjecture en faisant

la contre-épreuve. Le baromètre correspondant avoit été jusqu'à présent à Tarbes. Il ne s'agissoit que de le transporter au sommet des montagnes, et le baromètre de Barèges occupant alors la station inférieure, l'excès d'élévation que j'attribuois au mercure devoit me donner les hauteurs trop fortes.

Dans ce cas-ci, il n'étoit pas aussi indispensable de multiplier les observations, parce qu'il y avoit moitié de gagné sur les causes d'erreur, puisque l'un des deux baromètres étoit affranchi des influences perturbatrices qui règnent dans les couches inférieures de l'atmosphère. Voici celles que j'ai faites l'année dernière au sommet du pic du midi et du pic de Bergons.

Pic du midi.

Elévation au-dessus de mon cabinet de Barèges . . . . 1654 mètres.

30 août 1805	10h du matin . .	1663 mètres.
	10h ½	1669
	11h	1672
	Midi	1677
	0h ½ du soir . .	1679
	1h	1674
15 septembre	10h du matin . .	1652
	10h ½	1659
	11h	1662
	Midi	1664
	1h du soir . . .	1679

Pic de Bergons.

Élévation au-dessus de mon cabinet de Barèges . . . . 832 mètres.

11 septembre 1805 . .	10h du matin . . .	846
	10h ½	846
	11h	848
	Midi	846
	1h du soir	855

Ces seize observations font encore apercevoir assez distinctement la marche des heures, malgré les irrégularités que la position du baromètre inférieur ne pouvoit manquer d'y introduire; mais ce qui est évident, c'est l'excès de hauteur qui résulte de l'ensemble de ces observations, et pour ne nous arrêter, comme de coutume, qu'à celles de midi, on remarque que la première est trop forte de . . . . 23 mètres.

La seconde de 10

La troisième de 14

La moyenne de ces trois erreurs est d'environ 16 mètres en plus, qui compensent à peu près les 20 mètres d'erreur en moins que la moyenne des observations de Barèges a donnés, lorsque le baromètre inférieur étoit à Tarbes. On ne peut attendre un résultat plus satisfaisant d'opérations où il entre un élément aussi capricieux que l'est l'influence des vallées sur les instrumens météorologiques.

Il ne me restoit qu'une expérience à faire dans les lieux de cette espèce; celle d'établir à la fois les deux baromètres dans la même vallée sur deux points de

niveau différens. J'ai choisi, à cet effet, un rocher peu éloigné de Barèges, et médiocrement élevé au dessus de mon cabinet. J'en ai mesuré d'abord trigonométriquement la distance et la hauteur relative, et j'ai ensuite vérifié celle-ci par un nivellement. Les deux déterminations ont été conformes à moins d'un mètre près. Ce rocher est connu sous le nom de *Butte de Sers*. J'ai trouvé la distance de 1994 mètres, et la hauteur au dessus de ma station habituelle de 54 mètres. Je n'ai pas eu le loisir d'y faire beaucoup d'observations, mais le petit nombre de celles que j'y ai faites suffisoit pour satisfaire ma curiosité.

23 septembre 1805	$11^h \frac{1}{2}$ du matin	55 mètres.
	Midi	56
24 septembre	$11^h \frac{1}{2}$ du matin	58
	Midi	59
	$0^h \frac{1}{2}$ du soir	60
4 octobre	11^h du matin	60
	Midi	61
7 octobre	$11^h \frac{1}{2}$ du matin	54
	Midi	54

Ces neuf observations ayant été toutes faites aux environs de midi, il y a entre elles peu de raisons de préférence, et l'on peut les employer indistinctement pour la détermination de la hauteur cherchée. Leur moyenne arithmétique n'excède que de 3 mètres la mesure géométrique, et trois d'entre elles ont été justes ou à peu près. Il faut même convenir que les variations qui ont eu lieu d'un jour à l'autre sont très-

médiocres, eu égard aux inconvéniens d'une pareille station, et il est clair que les deux baromètres se trouvant sous la même influence générale, ont marché à peu près comme s'ils en étoient exempts.

§ III. *Des météores.*

D'APRÈS ce que nous avons dit, soit de l'influence des heures, soit de celle des positions, il paroît que l'inclinaison des courans d'air est la cause principale à laquelle l'une et l'autre viennent se réduire. Peut-être faudra-t-il y ramener encore l'action des vents généraux, s'il est vrai, comme je serois tenté de le croire, qu'ils n'affectent les observations qu'autant qu'ils s'écartent naturellement ou accidentellement de la direction horizontale, en sorte que dans beaucoup de cas les conclusions que l'on tireroit des observations entreprises dans la vue de déterminer l'influence de ces vents, ne seroient justes que relativement à la latitude, au pays, à la saison où elles auroient été faites. Ces observations, au reste, ne sont rien moins que faciles. D'abord, il n'est pas toujours aussi aisé qu'on le pense de savoir quel est précisément le vent qui domine, car il est rare d'en voir un seul entraîner à la fois toutes les couches de l'atmosphère dans une même direction. Une grande partie de ceux que nous ressentons, ne sont que des remoûts dont l'origine n'est souvent rien moins qu'éloignée; et dans nos climats, j'ai rencontré dix fois pour une les vents du sud vers les hautes régions, quels que fussent ceux qui soufflassent au pied

des montagnes. Le plus sûr caractère auquel on puisse reconnoître les vents généraux et dominans, parmi tous les vents particuliers qui s'entrecroisent, c'est l'élévation même du mercure dans le baromètre. Les grands abaissemens décèlent toujours l'arrivée des vents de la région australe; ceux de là région boréale s'annoncent par le signe contraire : et cependant, c'est précisément en sens inverse que les vents de l'une et l'autre région agissent sur le baromètre exposé à leur choc dans les couches supérieures de l'atmosphère. Au haut des pics, j'ai vu les coups de vent du nord faire baisser le mercure en soulevant la colonne d'air; les bourrasques du sud, au contraire, sembloient la déprimer, et occasionnoient dans le baromètre une hausse momentanée, mais très-sensible. Ces oscillations vont souvent à deux et trois dixièmes de millimètre, par des vents qui ne sont rien moins qu'impétueux. Des vents plus forts et plus continus, sans exciter des mouvemens beaucoup plus apparens, n'en agissent pas moins avec une puissance proportionnée à leur constance et à leur intensité, et la force avec laquelle ils retiennent le mercure au dessus ou au dessous de son niveau, se manifeste bientôt par l'étendue des erreurs que le vice de l'observation introduit dans la mesure des hauteurs. Mais rien jusqu'à présent ne determine quelle part la nature même de ces vents peut avoir à des effets sur lesquels l'aspect et la forme des terrains exerce nécessairement tant d'influence; et bien que j'aie réellement cru reconnoître dans de longues suites d'observations faites au voisinage

des plaines, que les vents de la région boréale tendoient encore à donner les hauteurs un peu plus fortes, cependant je n'oserois décider si ce résultat appartient à l'action propre de ces vents, plutôt qu'aux dérangemens que la disposition des lieux apporte à la direction de leurs courans.

Je demeure dans une incertitude pareille, relativement à un phénomène que j'ai constamment observé dans tous les lieux où j'ai appliqué le baromètre à la mesure des hauteurs, savoir l'influence extraordinaire que les temps orageux ont exercée sur les résultats. J'ai sous les yeux un bon nombre d'observations faites soit avant, soit après les orages, soit pendant leur durée; le baromètre supérieur se trouvant tantôt dans les vallées, tantôt au sommet des montagnes, et le baromètre inférieur demeurant toujours dans la plaine limitrophe. La proximité ou l'éloignement du foyer de la tempête, sa situation relativement aux deux baromètres correspondans, les vents, le calme, la présence du soleil ou l'interposition des nuages, n'ont apporté dans les effets aucune variation qui parût en rapport avec l'état apparent du ciel. Toujours l'erreur a été énorme, et toujours elle a été moins. En allouant toute la latitude possible aux causes connues qui pouvoient déterminer une erreur dans ce sens, il est toujours resté vingt, trente, quarante mètres pour la part de l'orage. De quelle nature est la modification que l'atmosphère subit dans ces circonstances? quel en est l'agent? à quel point l'effet observé dépend-il des lieux mêmes où je l'ai vu

se manifester? Voilà autant de questions que mes expériences ne m'ont point mis en état de résoudre. Il n'y a qu'une chose bien certaine, savoir que les temps orageux sont au premier rang de ceux où il faut s'abstenir des observations tendantes à la mesure des montagnes, pour peu que l'on prétende à l'exactitude dont ce genre d'opérations est susceptible.

Du reste, hormis les grands météores dont je viens de parler, je n'en connois aucun qui se soit distingué dans mes opérations par une action particulière. La diversité des saisons, l'état du ciel, et même la sécheresse et l'humidité de l'air, ont sans doute trop peu d'influence pour se faire apercevoir nettement dans ce petit cercle d'incertitudes où se cachent tantôt les erreurs de l'observation, et tantôt celles qu'occasionnent ces agitations secrètes de l'atmosphère, qui intervertissent à notre insû l'ordre dans lequel décroissent de bas en haut la chaleur et la densité de l'air. Cette dernière cause d'erreur en couvre habituellement bien d'autres; et quand on insiste long-temps sur la mesure d'une seule et même hauteur, on est forcé de lui rapporter la plupart des variations qu'éprouvent du jour au lendemain les résultats d'observations faites souvent dans les mêmes circonstances apparentes.

La méthode que j'ai employée pour démêler ce qui pouvoit appartenir en propre à chacun des effets particuliers dont l'effet général se compose, est à la fois très-simple, et la seule qui pût remplir l'objet que je me proposois. Diverses hauteurs bien déterminées étant

calculées un grand nombre de fois, d'après des observations faites avec soin dans des circonstances fort différentes ; il ne s'agissoit, pour établir la valeur de chacune de ces circonstances, que de comparer la moyenne des résultats obtenus sous l'influence de l'une d'entre elles, à la moyenne de ceux qui avoient été obtenus sous l'empire des autres. Dans ces comparaisons, les causes les plus puissantes devoient se montrer les premières; et il n'étoit pas difficile d'éliminer l'influence des heures, des situations, des grandes agitations de l'atmosphère, pour reconnoître les temps et les lieux les plus favorables à la détermination du coëfficient qui convenoit aux températures moyennes. Il étoit déjà moins aisé de démêler et vérifier la partie de ce coëfficient qui appartenoit à la température elle-même. L'observation du thermomètre est fort délicate, et c'est de cet instrument que procède la plus grande partie des erreurs que l'on commet dans la mesure des montagnes, quand on se contente d'inscrire la chaleur qu'il indique à l'instant précis où l'on note la hauteur du baromètre. Il faut le voir marcher assiduement et long-temps pour démêler la véritable température de l'air, au milieu des températures fort diverses qu'il accuse d'un moment à l'autre. Le baromètre n'expose que bien rarement à de pareilles incertitudes : il est en rapport immédiat avec la totalité de la colonne d'air qu'il est destiné à peser. Quand même les couches en sont en désordre, celles qui se trouvent accidentellement hors du rang de leurs densités agissent sur lui

par leur tension, et il demeure immobile, tandis que le thermomètre livré à toutes les impressions voisines, monte et baisse de plusieurs degrés au passage de chaque petite atmosphère que lui apporte la mobilité des airs. L'emploi de cet instrument exige donc plus de sagacité que l'on ne pense communément, et quoique des observations très-nombreuses, faites depuis trois ou quatre degrés au dessous du terme de la congélation, jusqu'à trente degrés au dessus de ce terme, aient suffisamment justifié pour moi la loi de dilatation adoptée par M. Laplace; quoique les résultats moyens, obtenus à des températures aussi variées, aient été sensiblement égaux entre eux, distraction faite de ce qui pouvoit appartenir à l'action mécanique des vents, et aux modifications que la disposition des terrains apportoit à cette action, cependant il m'a été impossible d'atteindre à ce degré de précision où la part de l'humidité auroit commencé à se distinguer de celle de la chaleur. J'ai beaucoup consulté l'hygromètre, et j'ai eu le bonheur extraordinaire de lui voir parcourir plus de soixante degrés de son échelle; car le 9 octobre de l'année dernière, à Barèges, dont l'élévation absolue est de 1290 mètres, j'ai vu un excellent hygromètre à cheveu, de la construction de Fortin, descendre à la sécheresse jusqu'au 39e degré, le vent étant au sud, le baromètre à 66.19 centimètres, et le thermomètre centigrade à 16.5 degrés; et en 1803, le 7 novembre, il étoit descendu à 34 degrés au sommet de Lhérins, élevé de 1598 mètres, le vent étant de même au sud, le baromètre à 62.18

centimètres, et le thermomètre à 11.4 degrés. J'avouerai que cette observation-ci est moins sûre que la précédente, parce que j'y ai employé un hygromètre de Richer, et que le ressort que cet artiste a substitué au poids jette beaucoup d'irrégularité sur la marche de cet instrument, quelque soin que l'on apporte à en regler les deux termes fixes; car l'expérience m'a prouvé que ses degrés ont diverses valeurs, selon qu'il va de l'humide au sec, ou du sec à l'humide. Je n'alléguerai donc point une autre observation faite la même année à Bagnères, où par un vent de sud, d'une chaleur tout-à-fait extraordinaire pour la saison, puisque le thermomètre étoit à 23.75 degrés, le 18 novembre à neuf heures du soir, j'ai vu le même hygromètre descendre au 24e degré; mais, en allouant à l'erreur de l'instrument tout ce qu'on peut raisonnablement lui accorder, il n'en est pas moins certain que j'ai observé à des degrés d'humidité extrêmement différens, et que néanmoins la part de cette circonstance a été couverte dans les cas extraordinaires par celle des circonstances plus prépondérantes dont ils étoient accompagnés, et dans les cas ordinaires par la tolérance due à l'erreur même des observations. La raison en est évidente. Le facteur de la température, étant empiriquement déterminé, renferme déjà la correction de l'humidité moyenne, et les quantités dont cette moyenne se trouve augmentée ou diminuée, sont ordinairement trop petites pour affecter sensiblement des résultats où les moindres accidens occupent plus de place que ces quantités. La

théorie appuyée sur des expériences directes, pourroit faire davantage : elle détacheroit facilement une correction spéciale de la correction de la température; mais il n'est pas clair que le calcul gagnât en exactitude autant qu'il perdroit en simplicité, car l'hygromètre auroit aussi ses infidélités du moment où on le feroit concourir à la mesure des hauteurs. Il ne peut indiquer que l'humidité de la lame d'air qui le traverse, et celle-ci, bien souvent, n'appartient point à la région où il est observé, et bien plus souvent encore, il n'y a rien à conclure du rapport des deux hygromètres correspondans, pour la plus grande partie de la couche d'air qui les sépare. Je crois donc que nous pouvons, sans inconvénient, opérer dans la supposition d'une humidité moyenne constante, et laisser les variations dans ce dernier résidu d'incertitudes qui subsiste encore après l'élimination de toutes les causes appréciables d'erreur. Ce résidu, que nous abandonnons, rentre dans le domaine de la météorologie, à laquelle il pourra être d'un grand secours. Après avoir employé ses instrumens à la mesure des hauteurs, nous lui rendons la mesure des hauteurs comme un moyen d'apercevoir certaines modifications de l'atmosphère que la seule marche des instrumens ne sauroit lui révéler. Le trouble intestin dont l'océan des airs est souvent travaillé, se manifestera par les écarts de ces mesures, quand aucun autre signe ne le rendroit perceptible; et ces nouveaux témoignages fourniront un nouvel appui aux pronostics qui constituent une des utilités prochaines et habituelles du baromètre.

CONCLUSION.

L'EXPOSITION des moyens qui j'ai employés pour déterminer par l'observation un coefficient qui vient de recevoir la sanction de l'expérience, indique suffisamment à ceux qui se livreroient à de pareilles recherches, les précautions qu'exigeroit d'eux la vérification des quantités qui entrent dans la formule de M. Laplace. Mais en attendant que des observations encore plus nombreuses, encore plus variées, encore plus exactes, aient assigné une valeur aux inconnues que j'ai été forcé de laisser sur ma route, je réduirai aux plus simples termes les avis que mon expérience peut donner à ceux qui se contenteront d'appliquer la formule telle qu'elle est, à la mesure des hauteurs.

I. On pourra espérer avoir les hauteurs justes, quand on observera à midi, par un temps calme et qui n'incline pas trop au changement, les deux baromètres se trouvant l'un et l'autre sur des sommets isolés, ou le baromètre inférieur étant placé dans une plaine bien ouverte, et à une distance médiocre. Dans ce dernier cas même, j'aimerois mieux augmenter la distance qu'approcher le baromètre du pied des montagnes, où l'avantage de la proximité est plus que balancé par l'action perturbatrice des vents descendans. Hors de ces circonstances éminemment favorables, les erreurs n'ont point de mesure fixe : elles ne peuvent être corrigées que par l'estime, et selon le degré d'influence que

l'expérience de l'observateur assignera aux causes qui doivent les produire.

1°. On estimera, en général, les hauteurs trop foibles:

2°. Quand l'observation se fera le matin ou le soir;

II. Quand le baromètre inférieur étant dans une plaine, le baromètre supérieur sera dans une vallée étroite et profonde;

3°. Quand les vents souffleront fortement de la région australe;

4°. Quand le temps sera manifestement orageux.

III. On estimera, au contraire, les hauteurs trop fortes.

1°. Quand on observera entre midi et deux ou trois heures, sur-tout l'été et quand le soleil ne sera point caché par les nuages;

2°. Quand le baromètre supérieur étant au sommet des montagnes, le baromètre inférieur sera placé dans une gorge étroite et fortement dominée;

3°. Quand il régnera un vent fort de la région boréale, surtout si l'on est sur une montagne, et s'il en frappe la pente la plus escarpée.

IV. Enfin, on sera certain que les erreurs seront grandes et variables dans tous les sens, quand les différences de niveau seront peu considérables, et les deux baromètres placés dans la même plaine ou la même vallée, et bien plus encore lorsqu'ils seront placés dans

deux vallées séparées par une chaîne de montagnes. Dans ces cas-ci, la distance horizontale ne sauroit être trop petite, et malgré la proximité on ne pourra prendre confiance que dans les moyennes d'un très-grand nombre d'observations.

Au reste, les erreurs que nous appelons *grandes*, eu égard à la précision mathématique, sont souvent *petites* par rapport à l'objet qu'on se propose; et les résultats auront presque toujours une exactitude suffisante pour l'ingénieur et le géologue, puisque l'indication des causes d'erreur les plus ordinaires, les met désormais en état d'éviter les unes et d'apprécier les autres.

MÉMOIRE

Sur le commerce des œufs de poules, et sur leur conservation,

Par M. PARMENTIER.

Lu le 10 floréal an 12.

PREMIÈRE PARTIE.

Les œufs présentent comme aliment, comme assaisonnement et comme médicament, une ressource infiniment précieuse dans toutes les circonstances de la vie ; apprêtés sous une multitude de formes, et sous toutes les formes également utiles et salutaires, ils figurent sur la table du riche comme sur celle du pauvre, du citadin comme de l'habitant des champs, de l'homme robuste comme du convalescent ; en un mot, les œufs sont si généralement nécessaires, que ce seroit faire un tort réel à la société que de l'en priver en les soumettant tous à l'incubation.

Destinés à la reproduction de l'espèce, les œufs ne remplissent pas toujours ce but important de la nature ; les animaux en détruisent beaucoup, parce qu'ils y trouvent une nourriture dont ils sont extrêmement friands. L'homme qui partage ce goût, mais souvent devancé par eux dans la recherche des nids qui con-

tiennent cette ressource alimentaire, s'est avisé de rassembler autour de lui les femelles qui en fournissent le plus grand nombre ; delà ces oiseaux qui peuplent nos basses-cours, et telle est le succès de sa spéculation qu'en leur procurant un gîte commode, un abri contre les vicissitudes des saisons et leurs ennemis, une subsistance appropriée, suffisante et assurée dans tous les temps, enfin des soins et un traitement méthodique, il est parvenu non-seulement à les multiplier, mais encore à les varier, améliorer leurs races, et perfectionner leurs résultats.

Les oiseaux soumis à la condition de la domesticité, entretenus dans nos fermes, fournissent des œufs généralement bons à manger, mais ce n'est guère que chez les habitans des campagnes qu'on les consomme ; car, à l'exception de quelques endroits très-circonscrits, ils ne sont pas considérés comme un objet de commerce ;

1°. Parce que les femelles qui les fournissent sont trop peu multipliées ;

2°. Parce que leurs œufs, hormis ceux de la seconde ponte, sont tous employés au renouvellement de l'espèce ;

3°. Parce que quand bien même les canards, les oies et les dindons qui vivent et se multiplient au milieu de nos habitations compléteroient leur ponte, et fourniroient un plus grand nombre d'œufs qu'ils n'en donnent ordinairement, toutes les localités ne sauroient convenir à leur éducation.

Il n'y a donc que la poule qui, parmi les oiseaux de basse-cour, s'accommode de tous les climats, de

tous les terrains et de tous les aspects; aussi chez les différentes nations policées du globe, il n'est point de chaumière autour de laquelle on ne l'aperçoive, et qui, fidèle à la maison où elle est élevée et nourrie, ne s'en écarte jamais. Elle peut même devenir pour le voyageur égaré le premier guide vers une habitation; la poule, en un mot, est une sorte de cosmopolite.

Les plus gros œufs que nous connoissons sont ceux d'autruche, ils pèsent jusqu'à trois livres, et un seul peut suffire au repas d'un homme; mais entre les oiseaux que nous élevons, l'oie est celui qui en fournit de plus volumineux; dans les environs de Toulouse on les vend jusqu'à dix centimes à des particuliers qui les font couver par des femelles étrangères.

Après les œufs d'oies viennent ceux de dinde, leur coque est parsemée de petites taches rougeâtres mêlées de jaune, ils communiquent aux mets préparés avec les œufs de poule dans lesquels ils entrent, un caractère plus moëlleux; ensuite ceux de cane, ordinairement verdâtres à leur extérieur, le jaune est gros, assez foncé en couleur; cuits à la coque, l'albumine ne devient pas laiteux, il acquiert la consistance de colle, la couleur d'un blanc pâle et un goût un peu sauvageon; mais apprêtés en œufs brouillés ou en omelettes, ils sont délicats : on les recherche, surtout pour préparer les gâteaux.

Les œufs de poules moins volumineux que ceux dont il vient d'être question sont d'une qualité supérieure à tous les autres, leur volume varie depuis la grosseur d'un œuf de pigeon jusqu'à celle d'un œuf de dinde;

mais ils ne sont pas seulement les plus délicats à manger, ils ont encore l'avantage inappréciable d'être les plus abondans et les plus faciles à obtenir partout.

On a cru pouvoir augmenter le volume des œufs en augmentant la nourriture des pondeuses, mais les tentatives à cet égard ont produit un résultat absolument contraire : en doublant la ration, les poules passent quelquefois à la graisse, alors elles pondent peu ou ne pondent que des œufs sans coquille, parce que le phosphate calcaire qui la compose ne se secrète point dans l'*oviductulus;* d'autres font des œufs sans jaune, et le vulgaire se persuade que ce sont des œufs de coqs; on connoît toutes les absurdités qui ont été débitées à ce sujet.

Quelques auteurs, dans l'opinion que les alimens contribuent au volume des œufs, ont prétendu que si ceux de la ci-devant Picardie étoient sensiblement moins gros que les œufs de la ci-devant Normandie, cette différence venoit de ce que les grains recueillis dans le premier de ces deux départemens, contenoient spécifiquement moins de matière nutritive; mais on sait qu'en Égypte où les terres sont au moins aussi fertiles, et où le blé est aussi nutritif que dans ces cantons, les œufs sont bien plus petits que ceux que nous tirons du département de la Somme, par la raison que les poules y sont également plus petites.

Parmi les cent poules que j'ai en expérience à Vaugirard, se trouvent réunies les différentes espèces qu'on entretient en France pour leurs produits; toutes sont

au même régime, et je remarque que le volume de leurs œufs est constamment en raison des espèces qui les pondent.

Après avoir séparé de ma peuplade volatile douze des poules dont les œufs étoient les moins gros, j'ai augmenté progressivement leur nourriture, et ces œufs n'ont pas acquis plus de volume que ceux des mêmes espèces qui vivent en commun dans ma basse-cour.

L'espèce de poule entre donc pour beaucoup dans la grosseur des œufs, les alimens ici ne sont que secondaires, ils peuvent bien dans une proportion convenable soutenir, accélérer même la ponte, mais jamais augmenter sensiblement le volume des œufs.

Dans le nombre des poules connues et qui existent dans nos basses-cours, il y en a qui donnent d'aussi gros œufs que les dindes, mais la ponte n'en est pas considérable, il y en a d'autres qui méritent encore plus d'intérêt quoiqu'elles fassent des œufs moins gros, parce que la quantité dédommage du volume. Telle est, par exemple, celle qu'on appelle *la poule commune*, à cause de la préférence qu'on lui donne presque partout : elle est digne, à plus d'un titre, d'occuper le premier rang. Son plumage offre de très-nombreuses variétés différentes aussi par la couleur des pates qui sont jaunes ou noirâtres ; l'expérience a appris que celles à pates noires sont préférables.

Après cette race de poule viennent la poule hupée de Caux et la grande flandrine ; l'une est plus délicate à manger, parce que pondant moins que la poule

commune elle prend plus de graisse, l'autre sans être plus féconde est préférable aux deux autres pour en élever des poulets, des chapons et des poulardes; ce sont donc ces trois espèces de poules qui rapportent le plus de profit, qu'il faut adopter dans les cantons où leurs produits acquièrent le plus de perfection.

Quels avantages a-t-on recueilli jusqu'à présent de toutes ces poules étrangères qui figurent aujourd'hui dans les basses-cours de luxe, où l'on s'est plutôt occupé des formes que de l'utilité des résultats; car il faut l'avouer, on n'a pas encore obtenu des croisemens entrepris dans ces derniers temps aucune espèce plus féconde en œufs : mes expériences et mes recherches, je le déclare, n'ont absolument que ce produit en vue.

La race des poules communes est véritablement celle qu'on doit s'attacher à multiplier, puisque sa fécondité est intarissable; hors le temps de la mue, elle pond sans s'arrêter jusqu'aux grands froids, et quand la cour, la grange et les écuries ne fournissent plus à sa subsistance, elle trouve le long des haies et des chemins, des insectes et des grains pour y suppléer : en suivant la ponte de la poule commune pendant une année comparativement à celle des autres poules, j'ai calculé que quoique ses œufs fussent moins volumineux, elle en donnoit constamment au moins, toutes choses égales d'ailleurs, la moitié plus; c'est donc cette espèce qu'il faut multiplier et perfectionner quand les œufs sont l'objet principal du produit; laissons aux amateurs le soin d'élever des poules naines qui coûtent pres-

qu'autant à nourrir, et dont les œufs ne sont pas plus gros que ceux de pigeons. Je voudrois retrouver la poule d'*Adria*, qui, selon *Aristote*, pondoit régulièrement tous les jours, et quelquefois deux œufs par jour, c'est celle à laquelle je prodiguerois tous mes soins, en supposant néanmoins que les œufs se rapprochassent par leur volume de ceux de la poule commune; car c'est une vérité que les poules pondent d'autant plus que les œufs sont moins gros, *et vice versa*. La poule de soie, si jolie pour la forme et la finesse de ses plumes, si attentive à pondre, si assidue à couver, si tendre pour ses poussins, seroit celle que je proposerois de substituer à la poule commune, mais malheureusement deux de ses œufs n'en valent pas un de la première, il faut donc la releguer dans la basse-cour des curieux.

Les poules pour pondre abondamment ne doivent être ni trop grasses ni trop maigres; ce n'est point seulement en leur administrant une nourriture convenable qu'on parvient à les maintenir dans une disposition favorable à faire beaucoup d'œufs, il faut encore qu'elles n'aient pas les pates mouillées, qu'elles trouvent un peu de fumier chaud dans le jour, et que l'endroit où elles passent la nuit soit d'une grandeur proportionnée au nombre des individus; un poulaillier trop spacieux préjudicie sensiblement à la ponte : plus les poules se trouvent rassemblées plus elles s'échauffent, s'électrisent et font des œufs.

Les tentatives pour augmenter la production des œufs ont eu plus de succès que celles essayées pour leur faire

acquérir davantage de volume ; un des meilleurs moyens est celui qui consiste à rendre aux poules la faculté de poursuivre leur ponte en les remplaçant pour la couvaison par des dindes ; singulièrement aptes à cette fonction importante, elles sont en état de faire éclore et de conduire le double de poussins ; ce moyen, à la vérité, ne peut être utile qu'au cultivateur qui se livreroit en même temps à l'éducation des poulets. Le procédé suivant semble plus économique pour l'un et l'autre commerce.

Après avoir fourni dix-huit à vingt œufs, les poules s'en tiennent là assez ordinairement, et annoncent le besoin de couver par un cri différent de celui par lequel elles manifestent l'époque de la ponte, mais comme l'expérience a appris que quand on cassoit ou qu'on ôtoit un ou plusieurs œufs à un oiseau occupé à pondre, il le remplaçoit toujours et ne pensoit à couver que quand le nombre se trouvoit complet, on a imaginé d'enlever l'œuf aux poules chaque fois qu'elles venoient de le déposer ; trompées par cette supercherie elles continuent à pondre, et tous les jours en voyant leurs nids vides elles croient pondre pour la première fois.

On a avancé sans preuve que les œufs fécondés avoient plus de saveur que les œufs stériles, mais cette assertion est denuée de tout fondement. Je me suis assuré, en faisant accommoder les uns et les autres sous toutes les formes, que s'il existe une différence elle n'est pas sensible pour les organes les plus fins ; ainsi le principe de vie communiqué par l'acte du mâle n'a

aucune influence sur le goût et la propriété alimentaire de l'œuf. On a vu une poule en cage pendant deux ans pondre régulièrement tous les deux jours, depuis le mois de mars jusque vers la fin d'octobre, sans jamais manifester le desir de couver, et sans que les œufs eussent moins de qualité que ceux des mêmes poules ayant eu communication avec les coqs.

Beaucoup d'observations et quelques pratiques rurales prouvent suffisamment qu'il n'est pas nécessaire que les femelles des oiseaux de basse-cour soient fécondées à chaque œuf qu'elles mettent bas ; *Harvey* assure entre autres qu'un coq vivifie en une seule fois les œufs qu'une poule pondra pendant toute une année ; mais ce que l'expérience a prouvé incontestablement, c'est que toute une ponte semble n'avoir besoin de l'approche du mâle qu'une seule fois : or, comme il est démontré que le coq est en état de côcher trente fois au moins par jour, on doit penser que cette opinion savoir qu'il faut un coq pour douze poules, n'est fondée sur aucune observation exacte.

La poule n'a pas besoin du concours du coq pour produire des œufs, ils naissent naturellement sur cette grappe qu'on nomme l'*ovaire*, et peuvent indépendamment de toute communication avec le mâle, y grossir, mûrir, se perfectionner sans être fécondés, et c'est cependant l'opinion contraire qui détermine les particuliers à associer toujours un coq à quelques poules qu'ils nourrissent, uniquement pour avoir à la maison des œufs frais et non pour les faire couver. Ces œufs

pondus sans coq sont ce qu'on appelle vulgairement *des œufs clairs*, et on ne sait pourquoi ils ont été accusés d'être moins sains et moins savoureux que les autres.

Cependant il arrive souvent que la plupart des œufs ne sont pas fécondés malgré la vigueur et un nombre suffisant de coqs; la quantité d'œufs qu'on perd alors pendant l'incubation est énorme; que de couvées manquent en totalité ou en partie! les poules farouches, légères ou mal-adroites, abandonnent, mangent, cassent les œufs ou étouffent les poussins à leur naissance. Le cultivateur qui ne s'adonneroit qu'au commerce des œufs éviteroit toutes ces pertes; à la vérité, il pourroit en éprouver d'une autre espèce s'il ne connoissoit pas le moyen de la prévenir.

L'amour de la liberté, cet instinct qui ramène les poules à leur état primitif lorsqu'elles se disposent à remplir les fonctions importantes que la nature leur a confiées, les déterminent quelquefois à aller pondre et couver à l'écart. Quand le temps est propice elles reviennent comme en triomphe à la basse-cour à la tête d'une nombreuse troupe de poussins, souvent plus vigoureux que ceux qui doivent leur existence aux soins combinés d'une couveuse choisie et d'une fille de basse-cour intelligente : or, cette couvée seroit entièrement perdue pour le cultivateur qui n'auroit que des œufs clairs, mais rien n'est plus aisé que de découvrir le lieu où une poule a pondu à l'aventure et de surprendre son secret; pour cet effet on tâte d'abord si

elle a l'œuf, et dans ce cas on lui introduit un peu d'ail dans l'anus; comme elle est pressée alors de s'en débarrasser on la suit à la piste, et on s'empare du nid qu'elle a choisi pour dérober ses œufs et ses petits aux regards et aux recherches de leurs ennemis.

Il s'en faut bien que toutes les poules demandent à couver après leur première ponte : on a fait quelques tentatives pour tâcher de découvrir quelle pouvoit en être la cause, mais cet inconvénient n'en seroit pas un pour celui qui ne voudroit que recueillir des œufs, puisque, comme nous l'avons déjà remarqué, les poules se remettent à faire à peu près autant d'œufs que dans la première ponte si la saison n'est pas trop avancée; débarrassées alors du soin de couver et de conduire les poussins, elles emploieront les cinquante jours au moins que ces deux fonctions absorbent, à fournir de plus vingt-cinq à trente œufs.

Mais un inconvénient pour celui qui, dans les soins qu'il donne à l'entretien des poules n'a en vue que des œufs, c'est que souvent la fille de basse-cour au lieu de les enlever exactement à mesure qu'ils sont pondus, en laisse exprès quelquefois de la veille pour exciter par leur vue la femelle à pondre. Les poules, comme on sait, ont une propension à se succéder dans le pondoir, elles se disputent à l'envi le nid, l'une attend que l'autre ait fait son œuf pour la remplacer, et rien ne la réjouit davantage que d'en apercevoir un bon tas.

Or, en supposant que douze poules se soient succédées dans le même pondoir, et que chacune pour

déposer l'œuf ait resté dans son opération une demi-heure environ, n'est-il pas vrai que le premier œuf pondu aura éprouvé une incubation de six heures, temps suffisant pour éveiller la vitalité du germe et déterminer un développement tel qu'il peut être visible à la lumière d'une bougie; qu'on ne soit donc plus étonné alors si les œufs frais de la même date et provenans des mêmes espèces de poules présentent quelques différences entre eux, et si dans l'application du même procédé pour les conserver, il y en a qui s'altèrent plus promptement et d'une manière plus considérable que les autres.

Tous ces faits et une foule d'autres que je pourrois accumuler ici, tendent à prouver que partout on admet un trop grand nombre de coqs, que le fermier qui n'est pas dans l'intention d'élever des poulets, et n'a strictement de poules que le nombre qu'il lui en faut pour consommer les graines perdues dans le fumier et jouir du bénéfice des œufs, doit interdire aux coqs l'entrée de sa basse-cour, puisqu'ils ne font que tourmenter les poules sans rapporter de profit, et qu'il vaut infiniment mieux acheter au marché tous les ans, pendant l'hiver, de quoi remplacer les poules pour maintenir sa volaille dans le même état de population.

Mais dira-t-on le cultivateur ne voudra jamais s'astreindre à acheter tous les ans des poules, parce que souvent il ne calcule que la dépense du moment, et qu'il ferme les yeux sur le bénéfice à venir. Cependant si l'expérience lui démontre qu'il peut se dispenser de

nourrir des coqs, et avoir en même temps un tiers de plus d'œufs susceptible de se mieux conserver, si, malgré le profit évident qu'il en retirera, il balance encore à essayer ce que je propose, il pourroit facilement échanger avec un de ses voisins une trentaine d'œufs clairs contre le même nombre d'œufs fécondés, et les donner à couver à une dinde ou à deux de ses poules ordinaires qui montreroient le plus d'ardeur à remplir cette fonction de la nature.

Le cultivateur qui spéculeroit au contraire sur l'éducation des poulets pourroit aussi se dispenser d'entretenir autant de coqs, puisque, comme tous les oiseaux polygammes, le mâle n'est point destiné par la nature à partager les sollicitudes de l'incubation et de l'éducation des poussins; d'ailleurs, que faire du coq à un certain âge lorsqu'il n'est plus digne de figurer en maître dans la basse-cour; au métier qu'il a fait toute sa vie il n'a pu s'engraisser, sa chair coriasse, desséchée et peu savoureuse paroît rarement sur la table du riche, il n'y a tout au plus que la crête de cet oiseau qui mérite l'intérêt des *Lucullus* modernes.

L'absence du coq dans une basse-cour où il n'y a aucune éducation de poulets est donc un moyen économique et très-assuré, non-seulement d'augmenter la production des œufs, mais de les rendre encore susceptibles de se mieux conserver et de pouvoir être transportés au loin sans inconvénient, comme nous allons le faire voir dans la seconde partie de ce mémoire.

SECONDE PARTIE.

Conservation des œufs.

Les œufs étant devenus un aliment de première nécessité, on a cherché le moyen de les conserver comme les autres denrées de la même importance, jusqu'au moment où les poules malades par la mue ou engourdies par le froid cessent de pondre : on s'est occupé de les garantir 1°. de l'humidité ; elle leur est si fatale qu'une seule goutte d'eau, qui aura séjourné pendant quelque temps sur un œuf, peut corrompre la partie qu'elle a touchée à travers la coque ; 2°. de la gelée qui, en fêlant la coque et désorganisant l'intérieur, le dispose à se putréfier au moment du dégel ; 3°. enfin, de l'accès de l'air qui détermine une évaporation plus ou moins prompte et considérable, à raison du nombre et de la largeur des pores de la coque et de la température du lieu où les œufs sont mis en réserve.

Pour remplir ces vues, les uns mettent les œufs dans un mélange de son et de sel, les autres dans des tas de blé, de seigle et d'orge ; ceux-ci les arrangent dans de la sciure de bois, ceux-là dans des cendres ; plusieurs les placent sur des lits de paille ou de son ; il en est enfin qui préfèrent de les stratifier avec de la paille de seigle bien sèche, la pointe en bas, dans des paniers ou des barils placés dans des endroits ni trop froids ni trop chauds, et où ils ne soient point exposés aux émanations du gaz putride.

Tous ces moyens, insuffisans pour conserver longtemps les œufs, ne permettentp as à la vérité au cultivateur d'en faire des magasins. Le printemps est la saison pendant laquelle les poules pondent si abondamment, qu'il est assuré de n'en pas manquer; il porte à mesure au marché ce qui excède la consommation de sa maison, et ne songe à former des approvisionnemens que de ceux d'août et de septembre, parce qu'ils passent plus sûrement l'hiver. Tout le monde sait, en effet, que les œufs les plus propres à se conserver proviennent de la seconde ponte; à cette époque de l'année les poules sont nourries de grains et mangent moins d'herbes : c'est peut-être une des causes qui rend leur conservation plus facile, mais je ne doute pas que la principale n'appartienne à l'affoiblissement de la vigueur du coq et du temps moins chaud qui règne alors, puisqu'il est reconnu que les poussins d'automne n'ont jamais la même force que ceux éclos au printemps : mais comme on n'est pas dans l'usage de faire couver à la fin de l'été, il seroit utile dans tous les cas de séparer à cette époque les coqs d'avec les poules, qui ne pondroient plus alors que des œufs clairs dont la conservation est plus facile.

Dans la ci-devant Picardie, ce sont particulièrement les ouvrières en dentelles qui se chargent de conserver des œufs pour les vendre dans la saison où les poules n'en donnent plus; elles les achètent à mesure qu'ils sont pondus chez les fermiers pendant les mois d'octobre et de novembre, et les arrangent sur des tablettes

placées contre des murs dans leurs chambres : ils y sont à l'abri du froid ; elles les retournent très-souvent, pour empêcher que le bois qui pourroit contenir de l'humidité ne la leur communiquât. Tous les huit jours elles présentent à la lumière ces œufs : ceux qui ont le plus perdu par l'évaporation, sont aussitôt vendus aux coquetiers, qui les portent, soit aux marchés des villes voisines, soit directement à Paris.

Un autre moyen pratiqué depuis plusieurs siècles dans nos campagnes et en Écosse pour prolonger la ressource des œufs frais dans un temps où les poules n'en pondent plus, c'est au sortir du pondoir de les plonger, au moyen d'un écumoir, dans l'eau bouillante comme pour les manger à la coque, et de les y laisser deux secondes ; en les retirant de l'eau, on les marque, soit à l'encre, soit au crayon, soit au charbon, afin de pouvoir les employer selon leur rang d'âge ; puis on les met en réserve dans un lieu frais, ou dans du sel, où on peut les garder pendant plusieurs mois, et quand on veut s'en servir, on les fait réchauffer dans l'eau élevée à une température convenable ; ils ressemblent, pour le goût, à des œufs frais du jour ; la partie improprement appelée *le lait*, y est si abondante que les personnes les plus difficiles et les plus exercées y sont trompées ; on a seulement remarqué qu'au bout de quatre à cinq mois la membrane qui tapisse l'œuf devient plus épaisse.

Mais dans le cas où l'on auroit à former des magasins d'œufs dans les places fortes, dans des villes extrême-

ment populeuses, ou enfin lorsqu'il s'agiroit d'en approvisionner des vaisseaux pour un voyage de long cours, quels seroient les moyens qu'on pourroit employer pour les conserver pendant un temps assez considérable sans altération? *Réaumur* prétend en avoir trouvé un aussi simple que facile à exécuter. Pour avoir, dit-il, dans toutes les saisons des œufs constamment frais, des œufs parmi lesquels il n'y en ait jamais un seul de gâté, il suffit d'intercepter la transpiration qui se fait dans chaque œuf, d'empêcher la communication de l'air avec les matières qui y sont contenues, et par-là la fermentation qui peut les altérer.

Il n'est question pour cela que d'enduire la coquille d'un vernis imperméable à l'eau, ou plus simplement encore de l'huile ou de la graisse, avec la précaution de passer et de repasser les doigts sur la surface, afin d'être bien assuré qu'il n'y a aucune partie de cette coquille qui ne soit imprégnée d'huile ou de graisse. Les œufs ainsi préparés, ajoute *Réaumur*, n'éprouvent point d'évaporation, tout y demeure en repos; ils ont beau vieillir, ils restent toujours frais.

Comment un moyen qui, d'après cet homme célèbre, auroit empêché la perte de cette énorme quantité d'œufs qui se gâtent en voulant les conserver, qui auroit fait diminuer le prix de cette denrée, et donné en abondance des œufs frais dans la saison où l'on n'en trouve que de vieux, qui auroit procuré aux marins en pleine mer l'avantage inappréciable de manger des œufs excellens, comment un moyen qui intéresse tant d'hommes

a-t-il pu être négligé? C'est vraisemblablement qu'il faut rabattre des promesses de *Réaumur*.

En effet, les œufs ne se gâtent pas seulement par la perte de leur humidité, qui fait rompre l'équilibre de leurs principes; ils ne se gâtent pas parce qu'ils reçoivent en échange de cette humidité des miasmes putrides. Il existe une autre cause de corruption qui n'a pas échappé aux marchands d'œufs; l'expérience leur a appris qu'ils ne pouvoient jamais compter sur une longue conservation des œufs qui avoient subi un transport quelconque; quelle en est la raison?

C'est que dans les voyages par terre les œufs souffrent du cahot des voitures, et que dans ceux par mer ils sont maltraités par le roulis des vaisseaux, que ces mouvemens plus ou moins brusques désorganisent les parties intérieures de l'œuf, qu'ils rompent les ramifications des vaisseaux par lesquels le germe étoit attaché à la membrane du jaune, que ce germe, privé des organes qui entretenoient son existence et sa vie, meurt, se corrompt, et corrompt tout ce qui l'environne.

Ainsi, il faudroit, par addition au procédé de *Réaumur*, ne transporter les œufs par terre et par mer qu'avec la précaution de les suspendre, de manière à ce que tous les mouvemens qui pourroient leur nuire fussent brisés; encore n'est-on pas complétement rassuré contre tout danger, lorsqu'on considère que le germe, sans éprouver d'accident, peut mourir, et qu'il est mort dans l'œuf gardé au-delà du temps où il peut encore être couvé : peut-être qu'il ne faut qu'un coup de

tonnerre pour faire périr le germe même dans les œufs frais; il passe pour constant que ce météore produit cet effet sur les embryons des œufs qu'on fait couver, ne seroit-il pas possible qu'il en produisît un pareil sur ceux des œufs mis en magasin? on sait que dans les corps organisés, la corruption commence toujours par les germes.

D'après ces observations, le moyen le plus efficace de tous seroit de ne penser à conserver et à transporter que des œufs pondus par des poules qui n'ont point eu de communication avec les coqs. L'expérience a prouvé que les œufs que l'on nomme *clairs*, résistent sans se corrompre à une température de trente-deux degrés continuée pendant trente à quarante jours, que seulement ils perdent de leur humidité par une évaporation qui épuise leurs liqueurs.

Or, pour avoir des œufs susceptibles de se conserver sans préparations, depuis le printemps jusqu'à la fin de l'hiver, il seroit nécessaire qu'ils eussent été pondus par des poules privées depuis au moins un mois de l'approche du coq, et si on les avoit destinés à être gardés encore plus long-temps, il faudroit qu'ils eussent été vernissés et graissés.

S'il passe pour constant que les œufs pondus à bord d'un vaisseau sont de garde, c'est vraisemblablement parce que les poules qu'on embarque n'ont pas de communication avec les coqs; et si l'on se décidoit à faire entrer les œufs au nombre des approvisionnemens de la marine et en composer la ration de l'officier, il

ne faudroit choisir pour cet effet que ceux qui sont clairs, et n'embarquer que des poules vierges.

On ne sauroit disconvenir que si dans le commerce il n'y avoit que des œufs clairs, ceux-ci ayant un principe de corruption de moins, les moyens proposés et employés pour les conserver en bon état auroient encore plus d'efficacité, et il n'est pas douteux non plus que si par l'immersion des œufs dans l'eau bouillante on vient à bout de prolonger leur état frais, ce succès ne soit dû à ce qu'on aura tué le germe par la chaleur employée, comme il arrive dans la forte dessication des semences qu'on prive de la faculté réproductive, ou bien dans l'opération qu'on fait subir à certains fruits, ce qu'on appelle *blanchir*.

Pour juger qu'un œuf est frais, les ménagères le présentent à la lumière d'une chandelle; s'il est transparent et plein, c'est la preuve qu'il vient d'être pondu : mais à mesure qu'il s'éloigne de la ponte, l'intérieur offre un vide qui s'élargit graduellement par l'évaporation; les liqueurs qu'il renferme perdent de leur fluidité, de leur transparence, et l'œuf est gâté.

Il n'est pas aussi aisé de juger par le même moyen qu'un œuf est fécondé : on a pris ce vide ou cette cavité si sensible dans l'albumine lorqu'on le fait durcir, pour le germe; mais il paroît bien difficile d'apercevoir ce germe, puisqu'il est placé sur le globe du jaune à sa partie supérieure, quelle que soit la situation de l'œuf, au centre duquel il est suspendu. Cependant on a tiré de grandes conséquences de ce vide que pré-

sentent les œufs à mesure qu'ils vieillissent : on a cru pouvoir décider d'après la place qu'il occupe, que l'œuf renfermoit un coq ou une poule.

Autrefois, pour avoir des coqs on avoit soin, dans les campagnes, de choisir des œufs pointus par un des bouts, et ceux arrondis aux deux extrémités pour se procurer des poules; mais si une fille de basse-cour pouvoit conserver dans la mémoire toutes ces nuances de forme des œufs qu'une poule pond, elle pourroit distinguer la ponte de chaque femelle; car cette forme d'où l'on a tiré tant de conséquences, appartient au moule et à la constitution physique de la poule mais non pas à ce que l'œuf contient.

Revenues de cette erreur, les fermières sont tombées dans une autre; elles persistent à croire qu'en présentant les œufs à la lueur d'une chandelle on peut y distinguer les sexes : si à un des bouts, par exemple, on remarque un petit vide sous la coque, c'est un signe, selon elles, qu'il contient un mâle; s'il est un peu de côté, c'est une femelle : il n'y a pas de doute que dans cette circonstance on ait encore pris pour le germe, le vide occasionné par l'évaporation de l'humidité; car mes expériences n'ont rien démontré de semblable. C'est cette évaporation spontanée qui change si évidemment la constitution physique des œufs qu'il s'agit de prévenir; on en viendra à bout en les plaçant dans un milieu, sec, froid, à l'abri de la lumière et du mouvement : or, il n'existe pas à mon gré de moyen susceptible d'atteindre ce but comme celui par lequel je vais terminer ce mémoire.

La paille est comme on sait, une matière sèche, lisse, le plus mauvais conducteur du calorique, capable par conséquent de conserver, pendant l'été aux œufs l'état d'œufs frais : c'est à la faveur de paillassons auxquels j'ai donné la forme de paniers, que je suis parvenu à prolonger cet état en isolant les œufs d'une couche de bâles de grains, et suspendant le panier dans un lieu sec, obscur et aéré; que l'on juge maintenant des avantages inappréciables qu'auroit un pareil moyen s'il étoit appliqué aux œufs clairs ou non fécondés.

Après avoir indiqué le procédé qu'on peut employer pour augmenter sans embarras comme sans frais la ponte des poules, et conserver facilement leurs œufs, il me reste à présenter quelques vues tendantes à diriger les spéculations vers l'éducation des poulets : mes expériences, à cet égard, ne sont pas encore assez avancées pour en offrir les résultats à la classe, mais je pense qu'en séparant en deux parties, la ponte et la couvaison, ce sera peut-être un moyen efficace de perfectionner cette branche de l'économie rurale, de la rendre plus profitable aux cultivateurs qui s'y livreroient exclusivement, et plus avantageuse aux consommateurs de tous les ordres.

ANALYSE

DU SUC DE PAPAYER (*Carico Papaya*),

Par M. Vauquelin.

Lu le 2 germinal an 12.

J'ai publié, il a environ un an, dans les *Annales de chimie*, le résultat de quelques expériences sur le suc papayer apporté de l'Isle-de-France par M. de Cossigni; mais comme je n'en eus à ma disposition qu'une petite quantité, je ne pus varier suffisamment mes essais pour en connoître toutes les propriétés.

M. Roch, médecin à l'Isle-de-France, en m'offrant une nouvelle quantité de cette substance, m'a mis à même de recommencer mes essais et de les multiplier davantage : c'est le résumé de ces épreuves que je vais présenter ici.

M. Roch a rapporté ce suc dans trois états; savoir, 1°. à l'état solide et sous forme de larmes blanches-jaunâtres, desséchées au soleil dans des assiettes;

2°. A l'état de suc naturel renfermé dans des bouteilles bien bouchées;

3°. A l'état de suc naturel mélangé avec du sucre pour le conserver sans altération.

Ce suc, en sortant de l'arbre, est, suivant M. Roch,

blanc comme du lait; il se coagule au bout de quelques minutes; des flocons de matière blanche comme du fromage, s'en séparent et nagent dans la liqueur qui est alors transparente.

Ce suc est répandu dans toutes les parties de l'arbre, mais les fruits, avant la maturité, en contiennent davantage; ils n'en donnent plus lorsqu'ils sont mûrs.

Examen du suc papayer concret.

Le sucre de papayer épaissi au soleil est d'un blanc-jaunâtre; quelques parties sont d'un blanc pur et demi-transparentes. Il est fragile, facile à pulvériser quand il est bien sec; il se fond aisément dans la bouche, à laquelle il imprime une sensation singulière qui provoque beaucoup la salive. Il attire fortement l'humidité de l'air; il se réduit en une pâte gluante qui se couvre de moisissures, s'il reste dans cet état quelque temps à l'obscurité.

Il se dissout aisément dans l'eau froide, encore plus promptement et plus abondamment dans l'eau tiède. Sa dissolution concentrée se trouble et se coagule par l'ébullition, mais toute la matière ne s'en sépare pas; car, après avoir bouilli, les acides en précipitent encore beaucoup.

Elle ne rougit point la teinture de tournesol, ce qui annonce que le suc ne contient point d'acide développé.

L'alcool mêlé en grande quantité à la dissolution aqueuse du suc de papayer, le précipite complettement, et sans lui faire subir aucune altération.

Les acides sulfurique, nitrique et muriatique coagulent abondamment la dissolution du suc de papayer; mais l'acide muriatique oxigéné ne la rend pas violette comme celle du suc qui a fermenté, ainsi que je l'exposerai plus bas. Delà il suit que le principe qui forme, avec l'oxigène, cette belle couleur violette, s'est évaporé pendant la dessication du suc concret, ou s'est développé pendant la fermentation, ce qui est plus probable.

Il brûle sur les charbons ardens en décrépitant légèrement, en se contractant sur lui-même, et en répandant, comme les matières animales, une odeur d'ammoniaque très-fétide.

Il donne à la distillation beaucoup de carbonate d'ammoniaque, d'huile noire, épaisse, dont la plus grande partie se précipite au fond d'un liquide brun qui est produit en même temps. Il reste un charbon léger, difficile à brûler, et qui laisse un peu de terre formée de chaux et de phosphate calcaire.

Lorsqu'on dissout dans l'eau le suc de papayer, il reste une petite quantité de matière blanche floconneuse qui se refuse absolument à la dissolution, mais qui se fond aisément à la chaleur, et brûle en répandant une odeur de graisse empyreumatique.

La dissolution du suc de papayer concret, abandonnée pendant quelque temps à elle-même, se décompose, et contracte une odeur fétide comme les matières animales.

Si l'on fait bouillir de l'alcool sur le suc de papayer

réduit en poudre, il dissout une petite quantité de matière que l'eau précipite en rendant la liqueur laiteuse. Il paroît que c'est la matière grasse insoluble dans l'eau, dont j'ai parlé plus haut, qui produit cet effet : elle est en petite quantité.

Distillé à l'appareil pneumatique avec de l'acide nitrique foible, le suc de papayer concret a donné une grande quantité de gaz formé d'acide carbonique et d'azote : en se dissolvant dans cet acide, il lui a communiqué une couleur jaune et une saveur extrêmement amère. Après avoir bouilli pendant quelque temps, la liqueur a présenté à sa surface une couche de matière grasse fondue.

Il s'est formé aussi dans cette opération une assez grande quantité d'acide prussique oxigéné et d'acide oxalique.

Examen du suc de papayer liquide conservé dans une bouteille sans addition.

Au moment où l'on a débouché la bouteille contenant ce suc, il s'est dégagé avec beaucoup de violence un gaz qui a lancé à une grande distance une partie de la liqueur sous forme d'écume. J'ai reconnu que ce gaz étoit de l'acide carbonique, formé sans doute par la décomposition de quelques-uns des élémens du suc, et qui étoit comprimé dans la bouteille. Des masses de matière blanche semblable à du fromage nageoient dans la liqueur. Ce suc, ainsi altéré par le temps, avoit une odeur fétide très-désagréable, mais d'un genre tel

que je n'en ai jamais senti de pareil : il avoit une saveur acide, amère et astringente tout à la fois; il rougissoit la teinture de tournesol; il passoit facilement à travers le papier joseph et devenoit clair. Ainsi filtré il avoit la même odeur et la même saveur qu'auparavant : les acides le coagulent en une masse très-épaisse qui ressemble beaucoup à du blanc d'œuf, ou à de l'albumine cuite. L'acide muriatique oxigéné, ajouté d'abord en petite quantité, lui a fait prendre une couleur rose très-pure, qu'une plus grande dose d'acide a fait passer au violet, et qu'une plus grande quantité encore a détruite tout-à-fait. Quelque temps après que cette couleur est développée, il se forme un précipité de la même nuance, mais plus foncée. L'acide sulfurique a produit dans ce suc un magma épais qu'un excès d'acide dissout, et que l'eau précipite ensuite. Il s'est développé, par le mélange de l'acide sulfurique avec cette liqueur, une odeur légèrement aigre.

La potasse caustique forme dans le suc de papayer clair un précipité de couleur blanche, et exhale en même temps une forte odeur d'ammoniaque, tenue, sans doute, en combinaison par quelque acide.

La liqueur où j'avois mis de la potasse ayant été filtrée et mêlée avec de l'acide muriatique oxigéné a également pris une couleur violette, et l'acide muriatique simple y a fait naître un précipité blanc abondant.

La matière caséiforme qui, comme je l'ai dit plus haut, nageoit dans le suc, prend en se desséchant la

demi-transparence de la corne; elle se ramollit à la chaleur, et exhale une fumée blanche qui a l'odeur de la graisse brûlée; elle se dissout assez abondamment dans l'alcool chaud, d'où une partie se sépare pendant le refroidissement. Cette matière, évidemment sébacée, paroît provenir de la décomposition du suc de papayer lui-même, dont l'azote s'est uni à de l'hydrogène pour former l'ammoniaque et l'oxigène, à du carbone pour donner naissance à de l'acide carbonique.

L'acidité du suc de papayer est due, sans doute, à l'altération qu'a subie cette substance par la fermentation, puisque le suc de papayer concret ne donne aucune marque d'acidité. Quoiqu'il fût naturel de penser que cet acide étoit l'acide acétique, j'ai cru cependant devoir m'en assurer par le procédé suivant.

Le suc évaporé en consistance sirupeuse à une chaleur très-douce, fut mêlé avec quatre fois son poids d'alcool rectifié, qui produisit un précipité très-abondant. La matière séparée fut lavée plusieurs fois avec de nouvel alcool, et celui-ci réuni au premier fut évaporé dans une cornue à une chaleur très-ménagée, jusqu'à ce que le résidu fût réduit en consistance de sirop épais.

Les portions de liqueurs passées sur la fin de la distillation étoient sensiblement acides, et avoient une odeur de vinaigre alcoolisé.

Le résidu de la distillation avoit une couleur brune, une saveur sensiblement acide : les alcalis n'y formoient point de précipité, mais ils en dégageoient une forte odeur d'ammoniaque. Elle ne précipitoit point l'acétate

de plomb, comme le fait l'acide malique, mais elle le précipitoit lorsque son excès d'acide avoit été saturé par l'ammoniaque ou tout autre alcali.

L'infusion de noix de galle y formoit un précipité extrêmement abondant.

Il paroît donc par ces expériences, que le suc de papayer fermenté ne contient pas d'acide malique, comme M. Cadet-Gassicourt l'a annoncé dans une notice sur le papayer, communiquée à la société libre des pharmaciens de Paris, mais bien de l'acide acétique qui tient de l'ammoniaque en combinaison, et une quantité assez considérable de suc de papayer altéré par la fermentation.

C'est probablement cette combinaison dont les apparences extérieures, et quelques propriétés chimiques la rapprochent de l'acide malique, qui en a imposé à M. Cadet. Ce qui m'a fait soupçonner qu'il y avoit quelque erreur dans son énoncé, c'est que je m'étois assuré que le suc concret de papayer ne contient aucune trace d'acide, et qu'il me sembloit extraordinaire que l'acide malique eût été formé par la fermentation : au moins nous n'en avons point d'exemple, et nous en avons du contraire; c'est-à-dire qu'il se détruit par la fermentation.

Le précipité blanc que M. Cadet a obtenu par l'alcool, de la dissolution du suc concret, n'est pas non plus du malate de chaux, comme il le croit; ce n'est absolument que le suc lui-même sans altération, que l'alcool sépare de l'eau.

Le suc de papayer, mêlé avec le sucre, par M. Roch, n'avoit subi aucune altération; car, après en avoir séparé le sucre par l'alcool, il m'a présenté les mêmes propriétés que le suc concret naturel.

Je pense qu'il ne peut y avoir aucun doute que le suc de papayer ne soit une substance très-animalisée; au moins en a-t-il, comme on l'a vu, tous les caractères et en fournit-il tous les produits. J'avoue qu'il n'a de similitude parfaite avec aucune matière animale connue; cependant je crois que celle dont il se rapproche le plus est l'albumine animale, puisque desséché, il se dissout comme elle dans l'eau, que sa dissolution est coagulée par la chaleur, par les acides, les alcalis, les dissolutions métalliques, l'infusion de noix de galle, l'alcool, etc. comme la sienne; qu'enfin, il fournit à la distillation, par la chaleur simple, et avec l'acide nitrique, absolument les mêmes produits que les substances animales les mieux caractérisées.

Ce n'est pas la nature animale de cette substance qui doit surprendre, car les sucs de presque toutes les plantes en contiennent une semblable, ou au moins fort analogue, mais c'est son abondance et sa pureté dans le papayer. On n'y trouve rien qui porte le caractère des végétaux; et si cette substance étoit colorée comme l'albumine du sang qu'on retire par le lavage du caillot, on pourroit, comme je l'ai dit dans mon premier mémoire, les confondre facilement l'une avec l'autre.

Le suc de papayer est employé à l'Isle-de-France, et

dans les autres endroits où croît l'arbre qui le fournit, pour faire périr le ver solitaire; l'on assure que ce remède est immanquable, cependant son usage n'a pas eu le même succès en Europe, soit que cette substance ait éprouvé par le temps une altération qui a détruit ses propriétés vermifuges, soit qu'on ne l'ait pas donnée à des doses assez fortes.

ANALYSE

DU BÉRIL DE SAXE,

Dans lequel M. Tromsdorf a annoncé l'existence d'une terre nouvelle qu'il a nommée AGUSTINE,

Par M. VAUQUELIN.

Lu le 24 vendémiaire an 12.

LA pierre connue sous le nom de *béril de Saxe*, a été regardée jusqu'ici, par plusieurs minéralogistes, comme une substance particulière, et M. Tromsdorf, chimiste allemand, a perpétué cette opinion en annonçant qu'il y avoit trouvé, par l'analyse chimique, une terre nouvelle, à laquelle il a cru devoir donner le nom d'*Agustine*. C'est même sur la foi de ce savant que les minéralogistes ont changé le nom de *béril de Saxe* en celui d'*Agustite*, que ce minéral porte aujourd'hui.

Quoique M. Tromsdorf ait exposé assez en détail, dans plusieurs ouvrages, les propriétés de sa nouvelle terre, et que M. Richter de Berlin, en répétant les expériences de l'auteur, ait assuré, d'après les résultats qu'il en a obtenus, que tout doute sur l'existence de l'*Agustine* seroit désormais inutile et même ridicule, cependant les caractères qu'ils lui assignent, l'un et

l'autre, ne paroissent pas assez nets ni suffisamment tranchés pour ne pas laisser quelques doutes dans l'esprit des chimistes; ils participent trop des propriétés de corps déjà connus pour qu'on puisse avoir une confiance absolue dans les résultats de MM. Tromsdorf et Richter.

Ce sont, sans doute, ces motifs qui ont engagé M. Karstein à m'envoyer par l'occasion de M. Beindheim, maintenant à Paris, des échantillons de *béril de Saxe*, en m'invitant à recommencer cette analyse.

Ce béril se trouve sous la forme de cristaux verdâtres et demi-transparens dans une roche granitique; mais étant peu volumineux et assez uniformément répandus dans le granit qui les recèle, il ne m'a pas été possible de les traiter isolément; il m'a fallu broyer ensemble le béril et le granit, et rechercher à travers tous les élémens qui constituent ces deux substances, la terre nouvelle qui devoit s'y trouver (1).

a). J'ai suivi pour cela la méthode commune employée pour l'analyse des pierres dures, c'est-à-dire que j'en ai fait fondre 250 parties, réduites en poudre fine avec trois fois leur poids de potasse; j'ai délayé la matière dans l'eau chaude, je l'ai ensuite dissoute dans l'acide muriatique, et j'ai fait évaporer la dissolution qui s'est prise en gelée sur la fin de l'opération. La matière desséchée et lavée avec de l'eau,

---

(1) M. Tassaert, dont les talens en chimie sont connus depuis long-temps, a bien voulu m'aider dans ce travail.

a laissé une poussière blanche qui, sechée à l'air, pesoit 182 parties.

b). La liqueur décomposée par le carbonate de soude, a fourni un précipité légèrement coloré, dont on a retiré, par la potasse caustique, cinq parties d'alumine.

c). J'ai dissous dans l'acide muriatique affoibli le résidu brun laissé par la potasse, j'ai évaporé la dissolution à siccité, et je l'ai délayé dans l'eau, il a laissé un dépôt brun pesant 16 parties. J'ai obtenu de la liqueur séparée de ce dépôt, au moyen de l'ammoniaque, un précipité, composé de quatre parties d'oxide de fer et d'une partie d'alumine. Cette même liqueur, mêlée ensuite au carbonate de soude et chauffée légèrement, a donné 81 parties de carbonate de chaux très-blanc.

d). J'ai traité par l'acide muriatique concentré les 16 parties du dépôt brun *c*), il est resté cinq parties et demie de silice, mêlée d'un peu d'oxide de fer. La dissolution muriatique séparée du résidu, ayant été rapprochée par l'évaporation et mêlée au sulfate d'ammoniaque, a formé un dépôt qui a augmenté peu à peu : la liqueur filtrée et évaporée de nouveau, a encore donné un dépôt qui, ramassé avec soin et réuni au premier, pesoit 15 parties. L'eau-mère ne contenoit plus que du muriate d'ammoniaque.

e). Il me restoit alors à examiner les 182 parties de résidu obtenu expérience *a*); car, suivant M. Tromsdorf, le muriate d'agustine se décomposant facilement au feu, c'étoit dans cette matière que devoit se trouver la terre, ayant, dans cette intention, assez fortement

chauffé sur la fin de l'évaporation. Pour parvenir à cette connoissance, j'ai fait bouillir le résidu avec de l'acide muriatique concentré; il a effectivement diminué de volume, et après avoir été lavé et séché, son poids n'étoit plus que 98 parties; il avoit donc perdu près de la moitié de son poids. J'ai d'abord pensé que cette perte étoit véritablement due à l'agustine dissoute par l'acide muriatique; mais pour en être pleinement convaincu, il falloit séparer cette substance de l'acide muriatique, et la soumettre ensuite aux épreuves propres à y faire connoître les caractères annoncés par M. Tromsdorf.

g). J'ai fait évaporer à siccité la dissolution muriatique, qui cette fois n'a point formé de gelée; le résidu n'a laissé qu'un léger dépôt soyeux lorsqu'on l'a repris par l'eau. La liqueur claire, mêlée à du sulfate d'ammoniaque, a déposé une matière blanche et douce au toucher. Au bout de vingt-quatre heures on a séparé ce dépôt; on a évaporé l'eau-mère qui a donné par ce moyen une nouvelle quantité de précipité. Le tout rassemblé et séché pesoit 36 parties. La liqueur ainsi épuisée de cette substance a fourni 82 parties d'alun par une évaporation spontanée.

Tous les dépôts formés successivement dans les différentes dissolutions muriatiques *e*) et *g*), se ressemblant ont été réunis et soumis aux expériences suivantes: 1°. 10 parties de ce dépôt exigent 350 d'eau bouillante pour se dissoudre; 2°. sa dissolution a fourni par l'oxalate d'ammoniaque un précipité semblable à l'oxalate

de chaux; 3°. avec le muriate de baryte, de véritable sulfate de baryte; j'ai conclu de ces expériences que la matière de ces dépôts n'étoit que du sulfate de chaux. Ces expériences ne m'avoient fait connoître jusque là dans le béril de Saxe que de la chaux, de l'alumine, de la silice et de l'oxide de fer. Mais comme en additionnant ces quantités de différentes substances, il se trouve une perte considérable, j'ai pensé que la chaux étoit probablement unie à quelqu'acide dans le minéral, et dès-lors j'ai soupçonné l'acide phosphorique.

Si ma conjecture avoit quelque fondement, je devois retrouver l'acide phosphorique dans les eaux-mères du sulfate de chaux, expérience *e*) et expérience *g*). L'eau de chaux m'ayant paru le meilleur moyen pour vérifier ce soupçon, j'en ai mêlé dans ces eaux-mères, et j'ai, en effet, obtenu un précipité blanc qui avoit toute l'apparence de phosphate de chaux. Pour m'assurer du fait d'une manière non équivoque, j'ai fait digérer 200 parties du minéral réduit en poudre avec de l'acide nitrique affoibli; au bout de douze heures j'ai filtré la liqueur, lavé et seché le résidu, il ne pesoit plus que 99 parties.

J'ai fait évaporer à siccité la dissolution nitrique, j'ai calciné légèrement la matière restante, et je l'ai reprise avec de l'acide nitrique très-affoibli pour séparer le fer enlevé à la pierre; j'ai précipité ensuite la dissolution par l'ammoniaque, et j'ai obtenu un précipité blanc très-volumineux pesant 84 parties. La liqueur, mêlée au carbonate d'ammoniaque, a encore fourni

24 parties de carbonate de chaux ; j'ai traité par l'acide sulfurique les 84 parties du précipité que je regardois comme du phosphate de chaux ; la réunion de ces deux substances a formé un composé très-épais, qui, lavé à l'eau froide et exprimé, a présenté toutes les propriétés du sulfate de chaux. Les eaux de lavage, mêlées à l'ammoniaque en excès, ont donné un léger précipité qui contenoit de l'alumine.

Ces eaux ainsi saturées par l'ammoniaque furent évaporées à siccité ; leur résidu salin, mêlé avec de la poussière de charbon, fournit par la distillation une quantité de phosphore proportionnée à celle de la matière employée.

Ne doutant plus alors de l'existence du phosphate de chaux dans le minéral appelé *béril de Saxe*, je priai notre confrère Haüy d'examiner les cristaux détachés de la gangue, pour voir s'ils avoient quelques propriétés du phosphate de chaux : voici la note qu'il m'a remise à ce sujet. « Les cristaux d'agustite sont des prismes » hexaèdres qui deviennent quelquefois dodécaèdres ; » leur divison mécanique se fait parallèlement aux pas » et aux bases. Leur poussière mise sur des charbons » ardens donne une belle phosphorescence verdâtre : » tous ces caractères conviennent également à la chaux » phosphatée, connue sous le nom d'apatite. »

Ainsi fortifié par l'accord de la minéralogie avec la chimie, je ne crains pas d'annoncer que ce que MM. Tromsdorf et Richter ont pris pour une terre nouvelle, n'est autre chose que du phosphate de chaux ; erreur qui

paroîtra peut-être étonnante aux chimistes qui savent combien sont simples les moyens de distinguer cette substance des terres proprement dites. Il faudra donc désormais rayer l'agustite des systèmes de minéralogie, et l'agustine des livres élémentaires de chimie où on en a parlé.

ANALYSE COMPARÉE

DE DIFFÉRENTES SORTES D'ALUNS,

Par M. Vauquelin (1).

Lu le 21 ventose an 12.

L'alun de Rome ayant acquis une grande réputation dans le commerce par la préférence marquée que lui accordent les teinturiers, on ne sait souvent pourquoi, son prix s'est beaucoup élevé au-dessus de celui des autres.

Cette prédilection a fait naître dans l'esprit de plusieurs fabricans le désir de donner à leurs aluns les mêmes qualités, ou au moins les mêmes apparences qu'a l'alun de Rome.

Il me sembloit que le moyen le plus sûr de parvenir à ce but, étoit de faire des analyses comparées de l'alun de Rome et des autres espèces; mais j'ai été très-surpris, lorsque je suis arrivé à la comparaison des résultats de ces analyses, de trouver entr'eux une similitude presque parfaite.

(1) L'on trouve dans un excellent mémoire de M. Chaptal sur les aluns, imprimé dans le 22e tome des Annales de chimie, beaucoup de résultats semblables à ceux que je présente ici; mais comme il y a aussi des différences dans plusieurs points, j'ai pensé que la publication de mon travail ne seroit pas entièrement inutile. D'ailleurs la fabrication et les usages de l'alun sont d'une si grande importance, que des répétitions de ce genre ne peuvent jamais produire que d'heureux effets.

Les aluns sur lesquels j'ai opéré sont :

1°. Alun de Rome dont on étoit parfaitement sûr, m'ayant été remis par une personne qui l'avoit pris elle-même sur les lieux ;

2°. Alun qu'on vend à Paris pour alun de Rome, et qui en avoit en effet tous les caractères extérieurs ;

3°. Alun d'Angleterre qu'on a donné comme étant de première qualité ;

4°. Alun fabriqué dans le département de l'Aveyron, par M.

5°. Alun de Liége, dont je ne connois pas la fabrique ;

6°. Alun fabriqué dans le département de l'Aveyron, par M. Ribaucour.

Première expérience. — J'AI dissous 30.5 grammes de chacun de ces aluns dans des quantités égales d'eau ; j'ai filtré les dissolutions des deux aluns de Rome qui n'étoient pas claires : il est resté sur le filtre une poudre de couleur rose, douce au toucher, dont la quantité s'élevoit à peu près à un centième de l'alun employé. Je reviendrai plus bas sur la nature de cette substance.

Seconde expérience. — APRÈS avoir dissous ces aluns, et filtré les dissolutions qui n'étoient pas claires, je les ai décomposés par l'ammoniaque dont j'ai eu soin de mettre un excès. J'ai laissé déposer les alumines, j'ai tiré la liqueur surnageante à l'aide d'une pompe, et j'en ai remis de nouvelle, et ainsi successivement jusqu'à ce que les dernières n'aient plus troublé la disso-

lution de muriate de baryte; ce qui a exigé beaucoup de temps et d'eau.

Alors j'ai jeté sur des filtres chacune des alumines lavée, et je les ai mises ensuite sur des feuilles de papier brouillard pour en soutirer plus promptement et plus complettement l'humidité.

Tandis que ces alumines s'égouttoient, ce qui a duré plusieurs jours, j'ai fait évaporer successivement et à siccité dans un vase de platine, les eaux de lavage de chaque alumine.

Celles de l'alun de Rome vrai ont fourni de sulfate d'ammoniaque	17.46 grammes.
Celles de l'alun dit de Rome	17.35
Celles de l'alun de Liège	17.78
Celles de l'alun de l'Aveyron	17.83
Celles de l'alun d'Angleterre	17.78
Celles de l'alun de Ribaucour	17.46

Il n'y a, comme on voit ici, que de très-petites différences entre les quantités de sel fournies par les eaux de lavage de ces aluns, et surtout que les aluns de Rome et celui de Ribaucour ont beaucoup de ressemblance sous ce rapport; ce qui annonce que dans tous ces aluns les quantités d'acide sont à peu près les mêmes. Mais les alumines pouvant avoir été plus ou moins bien lavées et retenir des quantités inégales de sel, ces résultats ne peuvent suffire pour éclairer d'une manière certaine sur les quantités respectives d'acide contenues dans ces diverses sortes d'aluns.

Lorsque les alumines ont été desséchées sur des pa-

piers brouillards, ainsi qu'il a été dit plus haut, je les ai fait calciner dans un creuset de platine, à peu près à la même température rouge, et pendant le même temps.

Voici quels sont les rapports que j'ai trouvés entre les alumines contenues dans ces différens aluns :

1°. Alun de Rome, alumine	3.16 grammes.
2°. Alun dit de Rome	3.18
3°. Alun de Liège	3.20
4°. Alun d'Angleterre	3.19
5°. Alun de l'Aveyron	3.19
6°. Alun de Ribaucour	3.18

Ces résultats obtenus par des expériences faites avec soin montrent que les aluns de quelque pays qu'ils soient, contiennent la même quantité d'alumine, car je ne compte pas les différences de deux à trois centièmes de gramme que l'on remarque ici ; elles sont si petites, pouvant d'ailleurs tout aussi-bien provenir de quelque irrégularité des expériences, qu'elles ne méritent aucune attention. Ces résultats font voir aussi qu'il n'y a qu'environ dix parties et demie d'alumine dans un quintal d'alun.

Troisième expérience. — Pour connoître exactement la quantité d'acide sulfurique contenue dans ces aluns, j'ai pensé que le meilleur moyen étoit d'en décomposer des quantités égales au moyen du muriate de baryte, de ramasser soigneusement les précipités qui se forment dans ce cas, de les laver et de les calciner.

Voici le tableau des quantités de précipités que j'ai

obtenues de 100 parties de chacun de ces aluns ainsi décomposés:

1°. Alun de Rome vrai	95.00 grammes.
2°. Alun dit de Rome	94.44
3°. Alun de l'Aveyron.	94.44
4°. Alun de Ribaucour	94.00
5°. Alun de Liège	94.00
6°. Alun d'Angleterre	94.44

Il résulte de ces expériences faites avec exactitude deux fois sur chaque espèce d'alun sans aucune différence sensible, que 100 parties de ces sels dissous dans l'eau et décomposés complettement par le muriate de baryte ont donné, terme moyen, 94.5 de sulfate de baryte.

J'ai observé que ces précipités se sont aglutinés par la calcination, ont pris de la dureté et de la transparence. Il me semble que le sulfate de baryte naturel n'éprouve pas ces effets par l'action du feu; seroient-ils donc dus à quelque matière étrangère, à du sulfate d'alumine, ou du muriate de baryte qu'ils auroient entraînés avec eux? C'est ce que j'ignore, mais le cas étant commun à tous, les rapports entre les quantités d'acide que contiennent les aluns n'ont pas dû être troublés.

L'on voit par les résultats des expériences ci-dessus que les quantités d'acide sulfurique contenues dans les aluns qui en ont été l'objet, sont à peu près semblables; il est vraisemblable même que les légères différences qu'on remarque entr'elles ne sont dues qu'aux

irrégularités inévitables dans ces expériences ; delà l'on peut conclure que les distinctions établies entre les aluns ordinaires et l'alun de Rome pour la teinture, ne sont pas fondées sur les proportions respectives de l'acide sulfurique et de l'alumine.

Il s'agiroit maintenant de connoître les quantités absolues d'acide sulfurique contenues dans ces aluns ; cette connoissance seroit facile à acquérir si les chimistes étoient d'accord sur les proportions du sulfate de baryte, mais les uns veulent que sur 100 parties de ce sel, il n'y ait que 26 parties d'acide sulfurique sec, et les autres prétendent y en avoir trouvé 32, ce qui fait une différence considérable.

Dans l'incertitude où me laisse cette diversité d'opinion entre les chimistes, j'estimerai l'acide sulfurique d'après les deux hypothèses, et nous verrons ensuite laquelle paroîtra mériter le plus de confiance.

Quantités d'acide sulfurique d'après l'hypothèse où le sulfate de baryte ne contient pour cent que 26 de cet acide.		*Quantités d'acide sulfurique contenues dans les aluns, d'après l'hypothèse que le sulfate de baryte contient 32 d'acide pour cent.*	
1°. Alun de Rome . . .	24.46	1°. Alun de Rome . . .	32.11
2°. Alun dit de Rome . .	24.26	2°. Alun dit de Rome . .	29.77
3°. Alun de l'Aveyron . .	24.41	3°. Alun de l'Aveyron . .	30.05
4°. Alun d'Angleterre . .	24.46	4°. Alun d'Angleterre . .	32.11
5°. Alun de Ribaucour . .	23.92	5°. Alun de Ribaucour .	29.31
6°. Alun de Liège	24.26	6°. Alun de Liège	29.77

Quatrième expérience. — Pour connoître les quantités de sulfate de potasse existantes dans les divers

aluns dont il est question, j'ai soumis à l'action de la chaleur des sels obtenus de leur décomposition au moyen de l'ammoniaque; lorsque je me suis aperçu que le sulfate d'ammoniaque étoit entièrement dissipé, j'ai laissé refroidir et j'ai détaché le résidu du creuset.

Les poids de ces résidus étoient entre eux comme il suit :

1°. Celui de l'alun de Rome vrai	6.50 grammes.
2°. Celui de l'alun dit de Rome	6.54
3°. Celui de l'Aveyron	6.40
4°. Celui d'Angleterre	6.53
5°. Celui de Liège	6.50
6°. Celui de Ribaucour	6.65

J'ai ensuite examiné ces sels pour savoir s'ils ne contenoient pas encore quelques parties de sulfate d'ammoniaque, mais je n'ai pu en découvrir la plus légère trace; au moins la potasse caustique, ni la chaux vive, aidées d'un peu d'eau, n'ont développé aucune odeur d'ammoniaque; en goûtant ces sels je me suis aperçu qu'ils étoient légèrement acides, ce que m'a confirmé la teinture de tournesol qui a été rougie assez fortement.

L'on voit ici que terme moyen ces aluns sur 30.5 grammes contiennent 6.52 grammes de sulfate de potasse, ou environ 20 pour cent, en supposant que ce sulfate de potasse ne retînt pas d'excès d'acide sulfurique. L'on trouve aussi par ce résultat que j'ai commis une grande erreur dans mon premier travail sur l'alun, en n'estimant la quantité du sulfate de potasse dans ce sel qu'à 7 pour cent.

Cette erreur provient apparemment de ce que j'aurai

chauffé trop fortement le sel résultant de la décomposition de l'alun par l'ammoniaque, et que j'aurai volatilisé une partie du sulfate de potasse.

L'acidité du sulfate de potasse qui reste après la volatilisation du sulfate d'ammoniaque, est due à la décomposition d'une partie de ce dernier. On sait, en effet, qu'en chauffant le sulfate d'ammoniaque, une portion de l'alcali s'échappe au premier moment dans toute sa pureté, le sel passe à l'état de sulfate acidule, qui demande une température plus élevée pour se volatiliser, et dans le cas dont nous parlons, cette portion d'acide est prise par le sulfate de potasse qui le retient beaucoup plus fortement. Pendant la décomposition du sulfate d'ammoniaque, une partie des principes de ce sel subissent aussi une décomposition mutuelle; car il se forme une grande quantité de sulfite d'ammoniaque.

Il y a beaucoup d'apparence qu'une portion de l'hydrogène de l'ammoniaque s'unit à une partie de l'oxigène de l'acide sulfurique; cependant, comme il se développe dans cette opération une assez grande quantité de matière charbonneuse qui paroît être dissoute dans l'ammoniaque, cette matière pourroit bien être en partie cause de la formation du sulfite d'ammoniaque.

La plupart des sulfates de potasse obtenus par les moyens qui ont été décrits, dissous dans l'eau, ont donné par l'évaporation de légères traces de sulfate de chaux; mais cette quantité en est presque inappréciable, elle ne s'élève certainement pas à $\frac{1}{2000}$. Ce qu'il y a de remarquable,

c'est que l'ammoniaque précipite des dissolutions de ces sulfates une petite quantité d'oxide de fer rouge, auquel se trouve mêlé un atôme d'alumine. Cela prouve que l'ammoniaque dont on s'est servi pour décomposer l'alun n'en a point précipité le fer; car la quantité qui se retrouve ici est à peu près la même que celle que j'ai obtenue par une expérience directe, ainsi qu'on le verra plus bas. Il paroît que le fer, dans cette circonstance, forme un sel triple avec le sulfate d'ammoniaque, qu'un excès de cet alcali ne décompose pas. Le sulfate de potasse extrait de l'alun de Rome a aussi donné un peu de cet oxide de fer.

Cinquième expérience. — Il falloit aussi examiner si quelques-unes de ces espèces d'aluns contenoient du sulfate d'ammoniaque; pour cela je les ai fait bouillir à la dose de 30.5 grammes dans une cornue munie d'un récipient avec de la potasse caustique en quantité suffisante pour décomposer l'alun, et en même temps pour dissoudre l'alumine. J'ai obtenu de l'alun d'Angleterre une quantité d'ammoniaque qui, saturée par l'acide sulfurique, a donné 4 décigrammes de sulfate d'ammoniaque; celui de Ribaucour en a produit 3.5 décigrammes; celui de Liège 2.5 décigrammes; enfin, celui de l'Aveyron 3 décigrammes : les deux espèces de Rome ne m'en ont donné que des quantités inappréciables.

Ces quantités de sulfate d'ammoniaque qui ne s'élèvent, comme on voit, qu'à un, et un centième et demi de la masse des aluns employés, ne doivent pas avoir une

grande influence sur les effets de ces sels dans la teinture et autres arts où ils sont employés.

Sixième expérience. — Un des objets qui devoit principalement fixer mon attention dans ce travail, étoit de savoir si ces aluns contenoient du fer, et en quelle quantité ce métal pouvoit exister dans chacune des espèces; car il n'est pas douteux que c'est sur-tout dans la présence ou l'absence de cette matière, que consistent les différences entre les aluns pour la teinture et les autres usages. Pour cela j'ai dissous par la potasse les alumines précipitées par l'ammoniaque, comme dans l'expérience première de 30.5 grammes de chacun des aluns. J'ai obtenu de l'alun de l'Aveyron 7 centigrammes et demi d'oxide de fer, de l'alun de Liège 3 centigrammes, de celui d'Angleterre 7 centigrammes et demi, et de celui de Ribaucour 3 centigrammes; ceux de Rome ne m'en ont donné que des quantités inappréciables. Ainsi, sous ce rapport, cette espèce d'alun est préférable aux autres.

Cependant, quoique ces aluns ne contiennent les uns environ qu'un millième, les autres un demi-millième d'oxide fer, si ce métal se fixe sur les étoffes que l'on veut teindre dans la même proportion que l'alumine, ces deux substances s'y trouvent mêlées dans le rapport d'un à un et demi à 100, ce qui peut produire des effets nuisibles pour certaines couleurs.

J'ai soumis aussi à l'analyse chimique la terre rosée contenue dans l'alun de Rome, et qui reste après la

dissolution de ce sel dans l'eau : elle m'a donné sur 100 parties 31 de silice, 61 d'alumine, et 8 parties de matière colorante qui étoit composée d'oxide de fer et d'oxide de nikel.

Il paroît que cette terre contient aussi quelques traces de potasse et d'acide sulfurique, puisque sa dissolution par l'acide muriatique fournit par l'évaporation de petites quantités d'alun ; ce qui prouve que cette matière est un reste de la mine, de la tolfa non décomposée, qui est formée des mêmes élémens que cette terre.

D'après les produits obtenus dans les différentes opérations ci-dessus, nous pouvons conclure avec assez de certitude que les aluns contiennent sur 100 parties :

1°. Alumine	10.50
2°. Acide sulfurique	30.52
3°. Potasse	10.40
4°. Eau	48.58
	100.00

La quantité d'acide sulfurique est calculée d'après l'hypothèse où le sulfate de baryte contient 32 pour cent de cet acide ; nous avons adopté cette proportion, parce qu'elle cadre mieux avec la quantité d'eau que nous avons toujours trouvée de 47 à 48 par une calcination bien ménagée. La quantité de potasse est tirée de l'analyse du sulfate de potasse par Bergman, dans lequel ce chimiste admet 52 d'alcali pour cent.

Delà il suit que sur les 30.52 d'acide existant dans

un quintal d'alun, 9.60 sont unis à la potasse, et 20.92 à l'alumine avec laquelle il forme un sel acidule.

Il résulte en général des expériences que j'ai rapportées dans ce mémoire, que les quantités d'alumine, d'acide sulfurique et de potasse, sont à très-peu près les mêmes dans toutes les espèces d'alun que j'ai examinées; que les seules différences consistent dans quelques atômes de sulfate d'ammoniaque et de fer contenus dans ceux de Liège, de l'Aveyron, d'Angleterre et de Ribaucour. Cette quantité de fer qui ne s'élève qu'à environ 2 millièmes dans l'alun de l'Aveyron qui en est le plus chargé, peut-elle apporter une si grande différence dans les propriétés de ces sels pour que leur valeur ne soit que la moitié de celle de l'alun de Rome?

Si l'on supposoit donc les aluns dont il est question ici, privés d'un à deux millièmes d'oxide de fer qu'ils contiennent, car je compte pour rien les légères traces de sulfate d'ammoniaque qui existent dans quelques espèces, il semble qu'ils seroient parfaitement semblables à l'alun de Rome, et sous ce rapport ce seroient celui de Liège et celui de Ribaucour qui s'en rapprochoient le plus; mais s'il y a véritablement une si grande différence entre les effets de l'alun de Rome, et ceux des autres espèces, que le prétendent les teinturiers, il faut avouer que les moyens actuels de la chimie ne sont pas capables de nous en faire connoître la cause; je crois cependant, ou je me trompe fort, que la grande réputation et la supériorité attribuées à l'alun de Rome

ne sont fondées que sur d'anciens préjugés qui ont pris naissance lorsque nos fabriques étoient dans l'enfance, et qui se sont perpétués malgré le perfectionnement que leurs pratiques ont reçu depuis ; et il est plus que vraisemblable que les aluns de fabrique exempts de fer doivent être aussi bons à tous les usages que celui de Rome.

Au surplus, pour s'assurer si c'est la présence de ces traces presque imperceptibles de fer et de sulfate d'ammoniaque qui rendent les aluns de fabrique inférieurs à celui de Rome, il faudroit en faire des essais en teinture comparativement avec ce dernier ; et s'il y avoit encore une véritable différence dans les résultats, il seroit alors prouvé qu'il y a dans l'un quelques principes qui n'existent pas dans les autres, ou *vice versâ*.

Je suis plus étonné encore de la préférence qu'on a donnée et qu'on accorde encore aujourd'hui à l'alun d'Angleterre sur ceux de France et de plusieurs autres pays, tant cette nation a su faire naître et tourner en faveur de ses marchandises les préjugés de tous les genres ! car il résulte évidemment de nos expériences que cette espèce d'alun est inférieure à toutes celles que nous avons examinées.

Il est donc bien à désirer que les teinturiers, consultant mieux leurs intérêts, et se dépouillant de leurs préjugés contraires à l'industrie française, fassent des essais comparatifs avec les aluns de nos fabriques et des manufactures étrangères. Je crois pouvoir leur annoncer d'avance que les résultats qu'ils obtiendront se-

ront à l'avantage des aluns de France, par rapport à leurs prix comparés à leurs qualités. On ne peut trop non plus engager les fabricans d'alun à redoubler de soins et d'efforts pour perfectionner encore des procédés de leur art qui a déja fait tant de progrès depuis une douzaine d'années. Je ne doute pas qu'en suivant ce conseil ils ne convainquent bientôt les consommateurs qu'il est de leur intérêt, comme de celui de la France entière, de n'employer dans leurs opérations que de l'alun de notre pays.

J'ai lieu de penser, d'après des essais que je ferai connoître par la suite, que l'on parviendroit facilement à séparer les dernières portions de fer de l'alun en troublant la première cristallisation, comme cela se pratique aujourd'hui pour le salpêtre, en lavant ensuite le sel fin avec de l'eau, et en employant dans l'opération du raffinage une petite quantité de prussiate de potasse. Les fabricans pourroient préparer ce dernier dans les mêmes fourneaux qui servent à évaporer les eaux alumineuses, et comme il n'en faudroit qu'une petite quantité, cela n'augmenteroit pas sensiblement le prix des aluns.

ESSAI

D'UNE PIÈCE DE MONNOIE A CHATON,

Propre à remplacer dans la circulation les fortes coupures en cuivre et le billon, sans en avoir les inconvéniens, et présentant plus de garantie contre la falsification dans les moules, la rognure et la diminution de valeur par le frai,

Par M. GUYTON.

Lu le 14 ventose an 12.

On a reconnu dans tous les temps la nécessité d'une petite monnoie, non-seulement pour payer le prix des objets de moindre valeur, dont la consommation est journalière pour le plus grand nombre, mais encore pour satisfaire aux échanges des plus grosses pièces. Il n'est personne qui ne sache que le défaut ou seulement la disette de cette petite monnoie est une véritable calamité pour le peuple, par la gêne qu'elle porte dans ses transactions les plus habituelles, au point de rendre quelquefois impossibles lavente et l'achat au détail.

On avoit senti, d'autre part, que les coupures des

monnoies d'argent ne pouvoient guère descendre au-dessous du vingtième de l'écu de six livres tournois, ou tout au plus au quart de franc, ainsi qu'il en avoit été fabriqué sous le règne de Louis XII en 1641, lorsque l'oblitération des anciennes pièces et la mulplicité de celles qui étoient rognées, eurent déjà forcé le gouvernement à défendre de les recevoir dans les caisses publiques, autrement qu'à raison de leur poids et suivant le tarif arrêté d'après leur titre.

Ces dernières coupures ne pouvoient donc encore satisfaire aux besoins journaliers de la classe la plus nombreuse; on imagina pour lors le billon, ou monnoie de bas aloi, qui devoit elle-même recevoir des soudivisions en monnoie de cuivre pur.

Le billon a été justement proscrit dans notre nouveau système monétaire. Sans rappeler ici tous les motifs qui ont fondé cette détermination, il suffit de dire avec l'orateur du gouvernement, lors de la présentation au Corps législatif de la loi qui réduit les pièces de 2 sols à 18 deniers (1): *Ces monnoies tiennent des portions d'argent fin qu'il faut regretter..... Le billon est une matière très-désavantageuse pour les petites monnoies.*

A l'égard du cuivre, les lois des 28 thermidor an 3, et 28 vendémiaire an 4, dans la prévoyance sans doute

(1) Les mêmes circonstances avoient commandé en 1729 les dispositions de l'arrêt du conseil du 28 novembre, portant que les pièces de 30 deniers ne seroient reçues que pour 2 sols, et que celles de 21 deniers auroient cours pour la même valeur.

de la disparution successive du billon dans un temps plus ou moins éloigné, avoient pourvu à son remplacement en ordonnant la fabrication de monnoies de cuivre, jusqu'à la valeur de *dix* et même de *vingt* centimes; de sorte que ces pièces devoient être à la taille de 10 et de 20 grammes.

La première est la seule qui ait été mise dans la circulation en exécution de ces lois, et dans le peu de temps qui s'est écoulé depuis, l'opinion s'est tellement prononcée sur l'inconvénient d'une monnoie aussi pesante pour une valeur si disproportionnée, que la loi du 7 germinal an 11 a fixé à la valeur de 5 centimes la pièce de cuivre du module le plus fort.

On ne peut se dissimuler cependant que quand la monnoie de billon actuellement subsistante aura disparu, ou même lorsque le nombre de ces pièces sera considérablement diminué, ce qui doit arriver, par la seule force des choses, *par la perte à laquelle les expose leur marche précipitée dans la circulation*, ainsi que s'exprimoit l'orateur du gouvernement à la même séance du Corps législatif, il n'y aura rien en remplacement; le change du quart de franc deviendra difficile, embarrassant; il ne restera enfin d'autre ressource pour les petites transactions que la multiplicité des pièces de 5 centimes; c'est-à-dire que l'inconvénient des pièces d'un et de deux décimes en cuivre se retrouvera tout entier, puisqu'il faudra se charger du même poids seulement plus divisé, pour avoir sous sa main une quantité suffisante de fractions du demi et du quart de franc.

Ne seroit-il donc pas possible de faire une petite monnoie d'une valeur aussi sûre, aussi fixe que le comporte la sévérité de nos principes monétaires; qui n'eût pas, comme le billon, le défaut d'anéantir en quelque sorte la valeur du fin qui y entre; qui n'eût pas comme celle de cuivre l'inconvénient de fatiguer par son poids; dont le module fût assez grand pour faire cesser la crainte de les perdre, l'embarras de les manier; dont le type fût assez distinct pour prévenir toute confusion, pour mettre en défaut toute altération superficielle; qui réunît encore à ces avantages une garantie absolue contre la falsification des monnoies dans les moules, contre la rognure; et qui donnât enfin la certitude d'une durée plus que quadruple de celle du billon ou des petites pièces d'argent, sans perdre sensiblement de sa valeur par le frai? On concevra aisément qu'une pareille monnoie, commode pour tout le monde, seroit reçue comme un véritable bienfait par la classe du peuple qui ne manie guère que ces signes inférieurs, et qui forme à elle seule plus des neuf dixièmes de la population.

Les essais qui viennent d'être faits à l'hôtel des monnoies en démontrent la possibilité. L'idée m'en a été suggérée par la petitesse de la pièce d'argent du quart de franc, qui, quoique dans les meilleures proportions possibles, et d'une belle exécution, a fait une impression d'autant plus sensible qu'on avoit cru depuis long-temps devoir renoncer à toute fabrication de pièces de 6 sols, c'est-à-dire d'un sixième de plus de valeur.

On voit par les résultats de ces essais que cette mon-

noie seroit formée d'un anneau ou pièce circulaire de cuivre, dans laquelle la pièce d'argent seroit comme enchatonnée et fixée assez solidement pour qu'elle ne pût en être séparée que par un effort à peu près égal à celui qui seroit nécessaire pour emporter une pièce dans une lame continue de pareille épaisseur.

Cette solidité est produite par la seule percussion du balancier qui, à la faveur des parties renfoncées de la surface des coins, saisit les deux métaux, et par leur expansion force un tel rapprochement que tous les vides que pourroit laisser l'irrégularité du disque intérieur disparoissent, et sont remplacés sur-le-champ par la sertissure la plus exacte.

Un simple coup de fraisoir à main sur les deux faces de l'anneau, ajoute encore à cette solidité, et n'exige rien de l'ouvrier que ce qu'il pratique à la lime dans l'ajustage ordinaire des flans.

Il est bon d'avertir que ce n'est que relativement à cet effet du balancier, que l'on doit juger les empreintes que portent ces pièces d'essai. On imagine bien que si cette méthode étoit adoptée, les coins seroient fabriqués exprès pour distribuer convenablement les champs et les reliefs sur les deux métaux, au lieu qu'on a été obligé de se servir des coins existans dont le diamètre se rapprochoit le plus de celui que l'on avoit déterminé.

Les premiers essais de cette monnoie avoient été faits de deux manières. Dans les unes l'argent étoit à l'extérieur et le cuivre au centre; dans les autres le

cuivre servoit de cadre à l'argent : on n'a pas tardé à reconnoître que les dernières étoient préférables sous tous les rapports, mais sur-tout pour les mettre à l'abri de la rognure et d'une prompte diminution de valeur par le frai. Il est évident qu'elles offrent le seul remède que l'on puisse espérer contre les maux résultans de ces deux causes de la dépréciation et du discrédit des monnoies; dont les moindres sont la nécessité de fréquentes refontes, l'embarras de ne les recevoir qu'à la balance, ou leur avilissement subit dans les mains où elles se trouvent, et dont la perte n'est pas moins fâcheuse pour les individus, quoique commandée par l'opinion générale pour l'intérêt commun.

Il seroit inutile d'entrer ici dans tous les détails sur lesquels l'administration des monnoies a cru devoir porter son attention dans le mémoire qu'elle a présenté à ce sujet, le 2 pluviose dernier, au ministre des finances; mais je ne puis me dispenser de faire voir que les pièces ainsi fabriquées auroient matériellement la valeur pour laquelle on leur donneroit cours; que leur fabrication n'entraîne ni difficultés ni un surcroît de dépenses qui mérite considération; enfin, que leur jugement, avant d'être mises en circulation, s'opérera avec la même facilité et dans les mêmes formes sévères qui sont établies dans le système actuel de nos monnoies. L'examen de ces trois points suffira pour écarter tous les doutes que l'on pourroit concevoir sur la réalité des avantages de cette méthode.

Pour déterminer la valeur intrinsèque, par exemple,

de la pièce d'un décime ou dix centimes, prenons la dans les dimensions qui ont été adoptées pour les essais, et qui ont paru les plus convenables pour la différencier absolument, par le module même, de toutes les autres pièces ayant cours, de sorte que ni l'oblitération des empreintes, ni l'application superficielle de métaux étrangers, ne donnassent en aucun temps occasion à la fraude ou à l'erreur, indépendamment de la garantie qu'offriroient encore des coins appropriés et leurs légendes; j'ai déja fait observer que toutes les opérations dans les moules, opérations si faciles quand le frai a commencé d'altérer les empreintes, et qui, par cette facilité, présentent tant d'appât aux faux-monnoyeurs, seroient ici en défaut.

D'après ces considérations, la pièce de 10 centimes a été formée d'un anneau de cuivre de 20 millimètres de diamètre, et d'une pièce circulaire d'argent de 10 millimètres de diamètre, destinée à remplir le vide de l'anneau.

L'anneau de cuivre est du poids de	250.00 centigr.
L'argent, de	43.75
Total	293.75

On peut remarquer en passant qu'une pièce d'un décime, ou, ce qui est la même chose, deux pièces de 5 centimes seroient ici remplacées d'une manière infiniment commode, par environ le septième de leur poids.

L'argent étant au titre de 0.900, comme dans toutes

les autres monnoies, la valeur de cette pièce se trouve ainsi déterminée, conformément à la loi du 7 germinal an 11, savoir :

Valeur de l'anneau de cuivre	1.25 centimes.
Valeur du flan d'argent	8.75
Total	10.00

On voit que la valeur du cuivre est déduite sur l'argent : un gouvernement qui a eu la sagesse de renoncer à tout droit fiscal sur les métaux qu'il destine à représenter des valeurs fixes, n'a pas sans doute contracté l'obligation d'en fournir gratuitement une partie ; surtout lorsque, comme dans le cas présent, chacun de ces métaux peut être séparé et se retrouver dans toute sa pureté, sans déchet, et sans qu'il soit besoin d'aucune opération dont les frais compensent ou seulement diminuent les prix que leur assigne le commerce.

Les mêmes principes s'appliquent à la pièce du *quart de franc*. Dans le cas où l'on se décideroit à la fabriquer suivant cette méthode, pour lui donner un volume plus commode pour la circulation si fréquente à laquelle il doit être exposé, les pièces frappées pour essai, en donnent les dimensions. Leur diamètre pourroit être fixé à 24 millimètres ; celui du flan enchatonné ou intérieur de 13 millimètres.

Le poids en cuivre seroit .	300.0 centigr.	La valeur . .	1 5 centimèt.
Le poids en argent	129.2	. . . .	23.5
	429.2		25.0

Par rapport à la fabrication, les procédés ordinaires

seront suivis pour le laminage des lingots, le recuit des lames, la taille des flans par les coupoirs, l'ajustage du flan d'argent à la lime et leur blanchiment. Je dis l'ajustage de la pièce d'argent pour le poids, parce que celui du cuivre n'exige pas, à beaucoup près, la même précision (1), et j'ai déja fait observer que pour ce dernier le fraisoir à manche devroit être substitué à la lime, ce qui ne seroit pas plus embarrassant et auroit l'avantage d'assurer l'espèce de sertissure qui doit se former par la percussion du balancier.

A la vérité, le flan étant formé de deux pièces, il faudra d'abord deux opérations au découpoir, et ensuite une troisième pour vider le milieu de la pièce de cuivre. Il est aisé de concevoir que les deux opérations sur ce métal pourroient être réduites à une seule, qui façonneroit complettement l'anneau d'un seul coup. Il suffiroit pour cela de donner à la vis du coupoir une marche horizontale, au lieu de la verticale, et de placer, au fond de la cavité de l'emporte-pièce, de légers ressorts, qui, repoussant l'anneau détaché de la lame, le feroient tomber pendant le recul alternatif; tandis que le petit disque emporté au milieu seroit poussé au fond de la douille, où il trouveroit un vide pour s'échapper, dès qu'il seroit abandonné à son poids. On ne doit pas craindre que la position moins favorable oblige l'ouvrier à plus

---

(1) La loi du 7 germinal an 11 fixe à 0.010 la tolérance de poids pour le quart de franc d'argent, et pour la pièce de cuivre de 5 centimes, à 0.020 ou $\frac{1}{50}$.

d'effort, lorsqu'on fait attention qu'il n'agira jamais que sur des lames qui n'auront pas deux millimètres d'épaisseur.

Supposons cependant que l'on éprouve quelque difficulté dans la fabrication d'un semblable instrument, et qu'il faille faire l'opération du découpage en deux temps, ou avec deux instrumens dont l'un emporteroit d'abord la partie du milieu, et l'autre couperoit le flan dans la lame; il n'y auroit plus la moindre difficulté, puisque tout rentreroit dans les procédés ordinaires, à la seule différence d'un mamelon réservé dans le second emporte-pièce pour guider la position de la lame et prévénir l'excentricité. Mais n'en résultera-t-il pas une augmentation sensible dans les frais de fabrication? Je n'hésite pas de dire que l'on sera pleinement rassuré à cet égard, lorsqu'on aura fixé son opinion sur les trois points suivans :

1°. Le découpage de flans d'argent, du même poids de 25 décigrammes, n'est porté, dans l'état des frais, qu'à 20 centimes par kilogramme de matière ouvrée; et le prix de ces sortes d'opérations est toujours dans une proportion relative à la valeur du métal, pour assurer l'indemnité des pertes inévitables : il seroit donc fort au-dessous pour le même travail sur le cuivre.

2°. L'opération dans laquelle tous les flans sont passés dans la machine à cordonner, pour former la tranche, seroit ici sans objet, puisque cette monnoie seroit par elle-même à l'abri des spéculations des rogneurs

d'espèces, qui ne seroient sûrement pas tentés de perdre leur temps, et d'user leurs limes pour n'obtenir que de la limaille de cuivre : voilà donc un article qui doit entrer en compensation, quand ce ne seroit que de la très-petite main-d'œuvre qu'exigeroit le placement du disque intérieur dans l'anneau. On sait bien que la pièce emportée par le coupoir ne rentre pas dans le vide qu'il a fait dans la lame, parce que, la pression cessant, les deux pièces séparées se rétablissent simultanément dans le sens qui s'oppose à cette introduction; mais on sait aussi combien il est facile de donner au coupoir destiné à former le disque intérieur des dimensions convenables, pour qu'on puisse le placer à la main dans l'anneau, et l'y fixer assez pour qu'il ne s'en sépare pas dans le transport au balancier (1). Ainsi point d'ajustage, et ce travail peut être assimilé à celui de l'ouvrier qui place la tête de l'épingle avant de la porter sur l'enclume.

Une troisième considération qui seroit seule décisive, est la valeur monétaire que la loi assigne au cuivre, qu'elle a dû lui assigner, sans aucune vue de fiscalité, mais dans la nécessité de pourvoir à ce que la moindre variation dans les prix du lingot ne pût présenter aux spéculateurs des bénéfices dans la fonte des monnoies nationales, et exposer ainsi le gouvernement à racheter

---

(1) On a vu de ces pièces dont le disque intérieur avoit été taillé si irrégulièrement qu'il n'étoit en contact avec l'anneau qu'en trois points, qui n'ont pas laissé de donner au monnoyage des pièces continues et parfaitement serties dans toute leur circonférence.

à un prix plus élevé les mêmes matières qu'il auroit mises en circulation. C'est d'après ce principe d'une sage politique que la loi du 7 germinal an 11 porte à 5 francs la valeur monétaire du kilogramme de cuivre : or, quoique les circonstances actuelles soient certainement les moins favorables où l'on puisse se trouver, pour l'introduction de cette nouvelle monnoie, par rapport au prix des cuivres, il n'y a point de directeur de fabrication qui ne trouve dans cette évaluation toute la latitude nécessaire pour couvrir le léger excédent de façon à donner aux flans en anneau.

Quant au jugement qui doit précéder la mise en circulation, comme il ne regarde que le poids et le titre des flans d'argent, on pourroit penser qu'il y auroit quelque avantage, ou du moins plus de simplicité à soumettre ces flancs eux-mêmes et isolés à l'examen, avant de les faire passer sous le balancier; mais je me garderai bien de rien proposer qui s'écarte de la marche tracée pour obtenir toutes les garanties possibles de la fidélité de la fabrication; et ce seroit s'en écarter que de diviser l'époque à laquelle la matière sortant des ateliers du directeur, prête à recevoir l'empreinte, passe immédiatement et sans retour sous la surveillance des fonctionnaires désintéressés; heureusement on n'en a pas besoin. Les pièces étant frappées, la prise d'échantillons sera faite au hasard, ainsi qu'il est ordonné; les flans d'argent en seront détachés en présence de l'administration, ce qui s'opérera facilement d'un seul coup par un poinçon en goutte de suif, la pièce portant à

faux ; ces flancs seront soumis à la balance et à la coupelle ; s'ils sont trouvés dans les limites de poids et de titre, elle en autorisera la mise en circulation dans les formes ordinaires ; dans le cas contraire, elle ordonnera, conformément à la loi, la refonte de la délivrance entière, en présence du commissaire. On aura enfin pour cette espèce de monnoie, comme pour celles d'argent, la même facilité pour reprendre dans la circulation de nouveaux échantillons pour s'assurer que le titre n'en a pas été frauduleusement abaissé.

Je crois donc pouvoir dire, en me résumant, qu'il ne peut plus y avoir de doute sur la possibilité de frapper une monnoie extrêmement commode pour le change et les petites transactions, d'un volume assez grand pour que le porteur ne soit pas exposé à des pertes fréquentes et presque inévitables ; assez légères pour ne pas le fatiguer par son poids ; où le métal précieux conserveroit cependant la pureté de son titre et toute sa valeur ; qui seroit à l'abri de toute imitation par la coulée en moule, de la criminelle cupidité des rogneurs d'espèces, de la dépréciation si rapide des petites monnoies par le frai ; dont la fabrication enfin n'entraîneroit ni difficultés ni dépenses extraordinaires.

EXPÉRIENCES

Sur la nature comparée de l'ivoire frais, de l'ivoire fossile et de l'émail des dents,

Par MM. FOURCROY et VAUQUELIN.

Lu le 18 frimaire an 14.

PAR une lettre insérée dans le n°. 165 des *Annales de chimie*, fructidor an 13, M. Gay-Lussac, élève et ami de M. Berthollet, annonce à ce savant que M. Morichini, chimiste de Rome, avoit découvert dans l'ivoire frais, dans l'ivoire fossile et l'émail des dents, la présence de l'acide fluorique; que l'ivoire frais étoit presque entiérement formé de fluate de chaux, et que l'émail des dents contenoit jusqu'à vingt-deux centièmes de fluate de chaux.

Cette découverte est trop intéressante pour que chacun ne se soit pas empressé de la vérifier. Nous allons donner dans ce mémoire le résultat des expériences que nous avons faites sur cet objet dans le laboratoire de recherches du Muséum d'histoire naturelle.

Comme il eût été difficile et peut-être impossible de faire agir convenablement l'acide sulfurique sur ces substances, si elles n'avoient pas auparavant été

dépouillées de leur gluten, animal on a commencé par les calciner dans un creuset ouvert.

1°. L'ivoire frais a perdu par cette calcination . . . . . 45 pour 100.
2°. L'ivoire fossile de Sibérie . . . . 41 $\frac{1}{2}$
3°. L'ivoire fossile de Loyo 41
4°. L'ivoire fossile de l'Ourcq 18
5°. L'ivoire fossile du Pérou, trouvé à mille cent soixante-seize pieds d'élévation 15
6°. L'ivoire fossile d'Argenteuil 14
7°. L'émail des dents . . . . 11 $\frac{1}{3}$

Les différences qui existent entre les pertes éprouvées par les différens ivoires dans la calcination, peuvent s'expliquer par l'état où ils se trouvent : les ivoires fossiles de Sibérie et de Loyo étoient presque entièrement encore dans leur état naturel; ils conservoient la plus grande partie de leur gluten animal et leur organisation, tandis que ceux du canal de l'Ourcq, du Pérou et d'Argenteuil, avoient été dépouillés de cette matière, et s'étoient ensuite desséchés; aussi ces derniers se délitent-ils facilement en lames, sont-ils extrêmement fragiles, et ne répandent-ils que très-peu d'odeur animale pendant la calcination. Quant à l'émail des dents, le peu de perte qu'il a subie par la même opération, annonce qu'il contient beaucoup moins d'humidité, et sur-tout de mucilage animal que les autres os, ainsi que nous l'avons reconnu il y a déja long-temps. Ce dernier a pris une fort belle couleur bleue par la chaleur, ce qui prouve qu'il renferme une quantité assez notable de phosphate de fer.

Après avoir été calcinées et pulvérisées, chacune de

ces matières a été traitée de la manière suivante, pour savoir si on pourroit y découvrir la présence de l'acide fluorique. On a mis ces ivoires calcinés, tantôt dans une fiole à médecine, tantôt dans une petite cornue : on a versé pardessus au moins quatre parties d'acide sulfurique concentré; on a adapté à ces vases un tube de verre plongeant dans l'eau de chaux, et on a chauffé. Dans chacune de ces expériences on n'a jamais employé plus de vingt grammes, et moins de cinq grammes de matière à la fois.

L'ivoire frais ni l'émail des dents ne nous ont présenté aucune trace d'acide fluorique. Les ivoires fossiles de Sibérie et de Loyo n'en ont pas offert davantage; mais ceux du canal de l'Ourcq et d'Argenteuil ont fourni des traces sensibles de cet acide. Dans ces derniers cas, la partie supérieure de la fiole à médecine ou de la cornue, et les tubes qui conduisoient les vapeurs dans l'eau de chaux, étoient dépolis et recouverts d'une poussière blanche, dont les propriétés ressembloient à celles de la silice; dans les autres cas, rien de semblable ne s'est présenté.

Ces premiers résultats nous ayant déja fait douter de l'existence de l'acide fluorique dans les ivoires frais, ainsi que dans ceux qui, quoique fossiles, contiennent encore presque toute entière et sans altération leur matière animale, nous avons fait des mélanges artificiels avec de l'ivoire frais et du fluate de chaux, tantôt dans la proportion d'un vingt-cinquième, et tantôt dans celle d'un quarantième ; et toujours, même dans ce

dernier cas, nous avons observé, d'une manière très-marquée, les effets de l'acide fluorique sur le verre, lorsque ces mélanges ont été traités comme il a été dit ci-dessus. Ces effets étoient même beaucoup plus sensibles que ceux produits par les ivoires fossiles du canal de l'Ourcq et d'Argenteuil; ce qui annonce que le fluate de chaux n'existe pas dans ces substances au-delà de trois ou quatre centièmes.

Les savans qui ont annoncé la découverte de l'acide fluorique dans l'ivoire, n'assurant pas que cette substance en soit entièrement formée, quoiqu'ils rappellent qu'autrefois Rouelle avoit en vain essayé d'en extraire du phosphore, nous en avons traité trois cents grammes, comme on a coutume de le faire à l'égard des os pour en tirer le phosphore, et nous avons obtenu quinze grammes de cette substance très-pure. Cette quantité de phosphore est à peu près la même que celle qu'on obtient ordinairement des os, et il est probable que nous en aurions encore eu davantage si la cornue n'avoit pas cassé avant que l'opération en fût entièrement finie.

Si, par la première opération à laquelle nous avons soumis l'ivoire frais, nous n'avons pu apercevoir aucun vestige d'acide fluorique, celle que nous venons de rapporter prouve qu'il contient abondamment de l'acide phosphorique, et probablement autant que les os.

La vapeur piquante qui se dégage au moment où l'on mêle de l'acide sulfurique avec l'ivoire frais calciné, ne doit pas être regardée comme une marque certaine de la présence de l'acide fluorique, parce qu'il se

produit, dans ce cas, un degré de chaleur si considérable, qu'il suffit pour volatiliser avec l'eau une petite quantité d'acide sulfurique. D'ailleurs, cette vapeur se manifeste aussi pendant le mélange de l'acide sulfurique avec les os, où l'on n'admet pas d'acide fluorique.

Nous passons ici sous silence les détails de plusieurs expériences que nous avons faites dans l'intention de découvrir dans les substances dont il s'agit, l'existence de l'acide fluorique, telles que leur analyse, au moyen de divers réactifs, le mélange de l'ivoire frais avec l'acide sulfurique, dans un vase de verre placé sur un bain de sable chaud, et couvert d'un morceau de chapeau mouillé, lesquelles ont été sans aucun succès.

Plusieurs chimistes de Paris, ayant répété les mêmes expériences sur l'ivoire, ont obtenu des résultats à peu près semblables aux nôtres.

Quoique nous n'ayons pas trouvé d'acide fluorique dans l'ivoire frais ni dans l'émail des dents, comme l'a annoncé M. Morichini, il n'en reste pas moins constant que ceux des ivoires fossiles qui ont perdu leur matière animale, de quelque pays qu'ils soient, contiennent quelques centièmes de leur poids d'acide fluorique. Cette circonstance vraiment singulière, semble indiquer que ces substances se sont à la longue imprégnées d'acide fluorique, ce qui en suppose l'existence dans l'intérieur de la terre; car, soupçonner avec M. Klaproth, que l'acide phosphorique s'est en partie converti en acide fluorique, c'est faire une hypothèse

trop éloignée de l'état actuel de nos connoissances pour qu'elle puisse paroître même vraisemblable.

Si l'acide fluorique existoit véritablement dans l'ivoire frais et l'émail des dents, il faudroit que l'analyse chimique le retrouvât dans les substances végétales et animales, à moins qu'on ne supposât qu'il se développe dans l'économie animale vivante ; ce qui est très-hypothétique et sans aucun fondement raisonnable.

Il paroît donc plus vraisemblable que, pendant le long séjour de ces substances dans l'intérieur de la terre, elles se combinent avec l'acide fluorique, soit que cet acide vienne de l'extérieur, soit qu'il se développe dans leur propre substance. Par la première hypothèse, l'acide fluorique seroit supposé par toute la surface de la terre, puisque les ivoires fossiles trouvés dans des lieux très-éloignés, contiennent également cet acide ; dans la seconde, on seroit forcé d'admettre le changement de quelque principe de l'ivoire en acide fluorique ; ce qui n'est pas reconnu impossible. A la vérité, comme nous ignorons la nature de l'acide fluorique, nous ne pouvons apprécier le mode et la cause des transmutations dont l'état actuel de la chimie repouse même l'existence.

OBSERVATION

SUR

DU BLEU MARTIAL FOSSILE CRISTALLISÉ,

Par M. SAGE.

Lu le 3 prairial an 11.

VALLERIUS et la plupart des minéralogistes ont désigné sous le nom de bleu de Prusse natif, le bleu martial fossile, quoiqu'il diffère essentiellement de celui de l'art, puisqu'il se dissout dans les acides.

Le bleu martial cristallisé qui est l'objet de cette observation a été trouvé à Luxeuil (1), dans un ancien canal qui paroît avoir été construit par les Romains; il y avoit dans le même endroit une espèce de tourbe ligneuse, entre-mêlée de bleu martial, et des ossemens altérés, presque friables et pénétrés d'ocre martiale brune: leur surface, ainsi que les lames osseuses sont couvertes de cristaux de bleu martial demi-transparent, dont la forme varie.

Il y a de ce bleu martial cristallisé en rhombes applatis à bords, en biseau, et en prismes tétraèdres rhomboïdaux.

(1) Département de la Haute-Saône.

Ayant comparé et soumis aux mêmes expériences le bleu martial cristallisé de Luxeuil avec celui que Pallas m'a envoyé de Sibérie il y a vingt-cinq ans, je les ai trouvés semblables. Ce dernier offre une particularité remarquable : il se trouve renfermé dans des coquilles fossiles de différens genres, dans des moules de 3 centimètres de longueur, remplies de bleu martial, parsemé de petits cristaux prismatiques de la même nature ; quelques-uns sont disposés en étoiles ; la coquille est restée d'un blanc mat, son extérieur est encrouté de mine de fer brune ; il y avoit dans le même envoi une buccardite fossile, dont l'intérieur est enduit d'une couche de bleu martial foncé, et d'un faisceau de ce même bleu cristallisé en prismes rhomboïdaux.

Pallas m'envoya aussi du bleu martial en masse entre-mêlé de cristaux de bleu prismatiques, longs d'environ 3 centimètres, et en partie recouverts de mine de fer argilleuse brune.

Le bleu martial de Luxeuil, ainsi que celui de Sibérie, celui d'Écosse, de même que celui de Beuthnitz, sont dus aux végétaux dont la fécule colorée a été séparée, et altérée par macération ; aussi trouve-t-on de ce bleu dans les tourbières, et dans les bois qui se décomposent, et qui prennent une teinte verte, qui provient du bleu et du jaune.

Le bleu martial cristallisé ou pulvérulent, ne fait pas effervescence avec l'acide nitrique qui se dissout, et dont on sépare ensuite le fer par la lessive prussique.

Ce bleu martial fossile est mêlé d'un peu de terre

calcaire, à laquelle il paroît devoir sa propriété de cristalliser en rhomboïde; ayant mis de ce bleu martial en digestion dans de l'acide sulfurique concentré, le bleu martial s'y est dissous: il restoit au fond du vase de la sélenite blanche.

Henkel et Brandt ont analysé le bleu martial fossile; ce dernier a lu, en 1757, un mémoire sur cette substance à l'Académie de Berlin, qui a eu pour titre : *Recherches sur la terre bleue de Beuthnitz;* il en a retiré, ainsi qu'Henkel, de l'alcali volatil, et de l'huile empyreumatique.

Le bleu martial cristallisé de Luxeuil, de même que celui de Sibérie, étant exposé sur un charbon à l'action du feu du chalumeau, se boursoufle, fond, et produit un globule vitreux, noir, brillant, lequel, après avoir été cassé, est attirable en entier par le barreau aimanté.

MÉMOIRE

SUR

L'EMPLOI DE L'AMIANTE A LA CHINE,

Par M. SAGE.

Lu le 18 thermidor an 12.

LES anciens, au rapport de Pline, ont fait des toiles incombustibles avec de l'amiante; on montre dans la bibliothèque du Vatican un suaire qu'on dit fait avec cette toile. Quant à nous, je ne ne sache pas qu'on emploie à présent de l'amiante. J'ai cependant du papier fait avec ce lin fossile, il y a vingt ans, par M. Léorier de Lisle, propriétaire de la papeterie de Montargis. Ce papier dont il me reste une feuille que je mets sous les yeux de l'Institut, a assez de cohérence, quoiqu'il ne soit pas lissé comme le papier fait avec le chanvre; il ne cède pas sous la plume, et l'on peut écrire dessus avec facilité et netteté si l'encre est bien gommée. Ce papier mis entre des charbons ardens, ne s'y détruit point; il y prend une teinte d'un gris-clair, qui est due à la colle qui se charbonne. Les caractères qu'on a tracés avec de l'encre sur ce papier d'amiante, paroissent en rouge, après avoir été ainsi exposés au

feu. Si au lieu de colle on eût employé le mucilage de gomme adragante, pour réduire en pâte l'amiante qui a été passée au moulin, le papier qui en seroit résulté auroit eu plus de cohérence, et auroit été encore plus propre à résister à l'action du feu. Il auroit été à souhaiter qu'on eût plus encouragé M. Léorier de Lisle; car ce papier d'amiante peut être d'une grande utilité pour la conservation des actes, puisqu'il résiste à l'action du feu, dont ils seroient absolument à l'abri, si on les mettoit dans des étuis ou cartons d'amiante.

Je reviens à l'emploi que les Chinois font de l'amiante; ils savent, ainsi que nous, qu'il faut le feu le plus violent pour le vitrifier, qu'il ne s'altère pas au feu ordinaire, aussi en font-ils des fourneaux. Celui que j'ai vu représentoit un cylindre de neuf pouces de haut sur six de diamètre; vers le milieu est un rebord circulaire, destiné à soutenir la grille: il y avoit deux portes au cendrier. Ce fourneau avoit pour support une espèce de plat rond à rebords octogones, élevés sur quatre petits cubes; ces rebords étoient ornés d'un dessin courant d'une simplicité agréable: ce sont de petits cercles contigus au centre desquels est un mamelon. L'intérieur et l'extérieur de ce fourneau a le poli du carton lissé, sa cassure est semblable à celle du carton; aussi M. de Tersan, chez lequel j'ai vu ce reste de fourneau, me disoit-il, *je ne sais comment les Chinois peuvent faire des fourneaux de carton pour contenir du feu.* Ayant pris et examiné un fragment

de ce fourneau, je reconnus qu'il étoit entièrement d'amiante. Comment les Chinois lui ont-ils donné de la cohérence? il y a lieu de présumer qu'ils savent, ainsi que nous, que le mucilage de gomme adragante a la propriété de faire prendre corps aux molécules pierreuses, et de contracter avec elles une telle union que le feu même n'a pas la propriété de la détruire : on en a la preuve dans les rotules de spath pesant, ou sulfate de baryte, que forme le phosphore de Bologne, après avoir été calcinées pendant plusieurs heures entre les charbons, qui ne détruisent ni leur forme ni leur solidité.

Pour former ces rotules, on pulvérise le spath pesant, on le passe au tamis de soie, on en forme une pâte avec le mucilage de gomme adragante, on fait des boulettes avec, et on les applatit, d'où il résulte des rotules.

L'amiante dont est formé le fourneau chinois, a été réduite en petites parcelles au moulin, et mêlé avec un mucilage pour en former une pâte, que les Chinois introduisent dans des moules dont elle prend la forme et le poli, tandis que son intérieur offre sensiblement les parcelles d'amiante dont il est composé. Ce fourneau d'amiante est d'un gris tirant sur le rouge, et allie la solidité à la légèreté; il blanchit au feu.

En examinant quelques productions des Chinois, j'ai vu une étoffe qui ressemble à nos droguets; sa trame n'est que des lanières de papier; cette étoffe a de la

souplesse et de la solidité, comme on peut le reconnoître. Les Chinois ayant l'art de faire des feuilles de papier qui ont dix-huit pieds de long, il n'est pas étonnant de voir des étoffes de ce genre en pièces, comme les étoffes de soie qu'on fait dans les autres pays.

OBSERVATIONS DIVERSES,

Par M. Messier.

Lu le 26 brumaire (17 novembre 1802.)

Passage de Mercure le 9 novembre 1802.

La veille de ce passage j'avois observé sur le disque du Soleil une tache considérable parfaitement ronde, et dont le diamètre étoit de 25″. Le 30 octobre la même tache avoit passé au méridien 50″ après le centre du Soleil.

Le jour du passage le Soleil se leva parfaitement beau; Mercure étoit déjà sur le disque, et paroissoit avoir parcouru un quart environ de sa route : il étoit bien terminé, ainsi que le disque solaire.

Pour observer la sortie j'avois ôté le micromètre, dont le grossissement n'étoit que de 40 environ, pour y substituer un oculaire qui grossissoit 140 fois. Le contact du premier bord intérieur se fit à midi 5′ 51″; le bord du Soleil parut en ce moment attirer celui de Mercure en forme de pointe. J'estimai la sortie du centre à 7′ 3″, et la sortie du second bord se fit à 0^h 8′ 21″5.

A 0^h 21′ je mesurai le diamètre du Soleil, que je trouvai de 32′ 55″.

Une observation importante et que je desirois faire étoit celle de l'anneau lumineux que j'avois vu autour de Mercure au passage de juin 1799. Cet anneau présenta pendant toute la durée une lumière très-foible et d'une teinte différente de celle du Soleil. A $9^h\ 40'\ 28''$ du matin, temps vrai, j'en mesurai le diamètre, que je trouvai de $1'\ 19''$. Celui de Mercure, comparé à l'un des fils du micromètre, parut de $17''$.

Cet anneau lumineux paroît avoir été remarqué dans le passage de Mercure en 1736, à Montpellier, par Plantade, et en 1786, à Upsal, par Prosperin. (Voyez *Mém. de Montpellier*, t. II, p. 164, l'*Astronomie* de Lalande, art. 2273, et la *Connoissance des temps*, an 11, p. 312.)

Ma pendule étoit réglée sur les fixes; la déviation de l'instrument des passages m'étoit connue par vingt hauteurs correspondantes observées le 16 octobre.

Mercure, passage au méridien $55''$ avant le centre du Soleil.

Le diamètre du Soleil étoit de $2'\ 16''7$, d'après vingt-quatre comparaisons des passages des deux bords, au fil horaire.

M. Messier avoit joint à son mémoire une planche qu'il avoit dessinée avec soin d'après ses observations; il y avoit tracé la figure de l'anneau qui environnoit Mercure, et marqué les taches qui étoient alors sur le soleil. Mais quelque bien faite que soit une figure, les calculateurs ont recours aux observations mêmes, et l'on n'a pas cru devoir attendre le temps nécessaire à la gravure pour ne pas remettre au volume prochain l'impression du mémoire.

M. Messier avoit aussi rassemblé tous les passages de Mercure avec les noms des divers observateurs et les lieux des observations. Voyez l'*Astronomie* de M. Lalande, tome II, les différens volumes de l'Institut, classe des sciences mathématiques et physiques; et l'avertissement aux astronomes publié par M. de l'Isle, sur le passage de Mercure du 6 mai 1753.

TABLE des observations du passage de Mercure sur le Soleil, le mardi matin 18 *brumaire* (9 *nov.* 1802).

Temps vrai des passages.	Passages à la pendule.	Désignation des passages.	Différ. en déclin.
. . . .	14ʰ 49′ 53″	Midi, le 8.	
. . . .	14 53 56	Midi, le 9.	
7ʰ 57′ 16″ ½ .	10 50 32	Mercure	18′ 38″
	10 51 6	Second bord du ☉ . .	
8 7 2 ½ .	10 58 40	Premier bord du ☉	18 15
	11 0 19	Mercure	
	11 0 56 ½	Second bord du ☉ . .	
8 16 18 ½ .	11 8 1	Premier bord du ☉	17 50
	11 9 37	Mercure	
	11 10 18 ½	Second bord du ☉ . .	
8 26 15 . .	11 18 2	Premier bord du ☉	17 25
	11 19 35	Mercure	
	11 20 19 ½	Second bord du ☉ . .	
8 36 5 ½ .	11 27 59	Premier bord du ☉	16 53
	11 29 27	Mercure	
	11 30 16	Second bord du ☉ . .	
8 46 4 ½ .	11 38 3	Premier bord du ☉	16 36
	11 39 28	Mercure	
	11 40 20	Second bord du ☉ . .	
8 55 56 . .	11 48 0 ½	Premier bord du ☉	16 13
	11 49 21	Mercure	
	11 50 17 ½	Second bord du ☉ . .	
9 5 51 ½ .	11 58 1	Premier bord du ☉	15 46
	11 59 18	Mercure	
	12 0 18	Second bord du ☉ . .	
9 15 50 ½ .	12 8 5 ½	Premier bord du ☉	15 26
	12 9 19	Mercure	
	12 10 22 ½	Second bord du ☉ . .	

Temps vrai des passages.	Passages à la pendule.	Désignation des passages.	Différ. en déclin.
9h 25′ 45″ .	12h 18′ 8″	Premier bord du ☉	
	12 18 38 $\frac{1}{2}$	Tache n° 3.	
	12 19 18	Mercure	
	12 20 25 $\frac{1}{2}$	Second bord du ☉ . .	15 6
9 35 47 $\frac{1}{2}$.	12 28 14	Premier bord du ☉	
	12 28 44	Tache n° 3.	
	12 29 19	Mercure	
	12 30 30	Second bord du ☉ . .	14′ 43″
9 40 28 . .	12 34 0	Diam. du cercle de Merc.	1 19
9 45 28 $\frac{1}{2}$.	12 38 0	Premier bord du ☉	
	12 38 29 $\frac{1}{2}$	Tache n° 3.	
	12 39 2	Mercure	
	12 40 16	Second bord du ☉ . .	14 26
9 55 22 $\frac{1}{2}$.	12 48 0	Premier bord du ☉	
	12 48 29 $\frac{1}{2}$	Tache n° 3.	
	12 48 57 $\frac{1}{2}$	Mercure	
	12 50 15 $\frac{1}{2}$	Second bord du ☉ . .	13 44
10 5 20 $\frac{1}{2}$.	12 58 3	Premier bord du ☉	
	12 58 33	Tache n° 3.	
	12 58 58	Mercure	
	13 0 20	Second bord du ☉ . .	13 28
10 15 15 . .	13 8 1 $\frac{1}{2}$	Premier bord du ☉	
	13 8 31	Tache n° 3.	
	13 8 53	Mercure	
	13 10 18	Second bord du ☉ . .	13 9
10 25 7 . .	13 17 59	Premier bord du ☉	
	13 18 29	Tache n° 3.	
	13 18 47	Mercure	
	13 20 16	Second bord du ☉ . .	12 49
10 35 6 . .	13 28 5	Premier bord du ☉	
	13 28 34 $\frac{1}{2}$	Tache n° 3.	
	13 28 48 $\frac{1}{2}$	Mercure	
	13 30 21 $\frac{1}{2}$	Second bord du ☉ . .	12 22

Temps vrai des passages.	Passages à la pendule.	Désignation des passages.	Différ. en déclin.
10h 45′ 0″ .	13h 38′ 4″	Premier bord du ☉	
	13 38 9 ½	Tache n° 1.	
	13 38 33 ½	Tache n° 3.	
	13 38 43 ½	Mercure	12′ 1″
	13 40 20 ½	Second bord du ☉ . .	
10 49 56 . .	13 43 40	Tache n° 1, même parall. que Merc.	
10 54 52 . .	13 48 0	Premier bord du ☉	
	13 48 6 ½	Tache n° 1.	
	13 48 30	Tache n° 3.	
	13 48 37	Mercure	11 39
	13 50 17	Second bord du ☉ . .	
11 4 52 . .	13 58 6	Premier bord du ☉	
	13 58 35	Tache n° 3.	
	13 58 39	Mercure	11 13
	14 0 22	Second bord du ☉ . .	
11 11 47 ½ .	14 5 35	Tache n° 3, et Mercure au vertical.	
11 14 43 . .	14 8 2	Premier bord du ☉	
	14 8 31	Mercure	
	14 8 32	Tache n° 3	10 46
	14 10 18	Second bord du ☉ . .	
11 24 49 . .	14 18 13 ½	Premier bord du ☉	
	14 18 39	Mercure	
	14 18 43	Tache n° 3	10 27
	14 20 30	Second bord du ☉ . .	
11 34 35 ½ .	14 28 6 ½	Premier bord du ☉	
	14 28 27 ½	Mercure	
	14 28 36	Tache n° 3	9 56
	14 30 24	Second bord du ☉ . .	
11 34 35 ½ .	14 28 27 ½	Tache n° 3, même parall. que Merc.	
11 44 42 . .	14 38 17	Premier bord du ☉	
	14 38 34	Mercure	
	14 38 46 ½	Tache n° 3	9 27
	14 40 33	Second bord du ☉ . .	

Temps vrai des passages.	Passage à la pendule.	Désignation des passages.	Différ. en déclin.
11h 54' 24"	14h 48' 5"	Premier bord du ⊙	9' 7"
	14 48 19	Mercure	
	14 48 34	Tache n° 3.	
0 5 51	14 59 46	Premier contact intérieur.	
0 7 3	15 0 59	Sortie du centre estimée.	
0 8 21 ½	15 2 16	Sortie du second bord.	
0 7 6 ¾	. . . .	Sortie du centre.	
0 2 30 ½	. . . .	Durée de la sortie.	
. . . .	15 7 47	Premier bord du ⊙	12 45½
	15 7 52	Tache n° 1	
	15 10 3 ½	Second bord du ⊙	
. . . .	15 7 47	Premier bord du ⊙	7 51
	15 8 7	Tache n° 2	
	15 10 3 ½	Second bord du ⊙	
. . . .	15 7 47	Premier bord du ⊙	9 58
	15 8 15	Tache n° 3	
	15 10 3 ½	Second bord du ⊙	
0 21 7	15 15 0	Diamètre vertical du ⊙	32 55

Nota. Dans toutes ces observations le bord inférieur du Soleil, dans la lunette qui renversoit, a toujours été employé à mesurer les différences de déclinaison.

OBSERVATION RARE ET IMPORTANTE.

Comparaison de la planète Pallas à l'étoile 113 *d'Hercule, dont l'ascension droite étoit* 281° 37' 4"3, *et la déclinaison* 22° 24' 13.6".

Le 28 mai 1803, après sept jours de temps nébuleux, à 10h 40' 6" du soir, temps vrai, la planète suivoit

l'étoile de 13′ 30″, et elle étoit plus australe de 18′ 46″ de degré. Elle paroissoit en ce moment réunie à une petite étoile, et cette réunion lui donnoit une lumière double. On ne voyoit entre elles aucune séparation, et l'on ne remarquoit aucun allongement. L'observation se faisoit avec une lunette de Dollond, de trois pieds et demi de foyer et quarante lignes d'ouverture.

Six jours après je cherchai la petite étoile que la planète avoit rencontrée; je la comparai à la même étoile d'Hercule, et je trouvai à peu près les mêmes différences de passage aux fils du micromètre, c'est-à-dire 0^h 13′ 45″ et 0° 18′ 40″.

SUR

L'ÉCLIPSE TOTALE

DU 16 JUIN 1806,

Par Jérôme DE LA LANDE.

Lu le 29 décembre 1806.

J'AI donné dans la *Connaissance des tems de* 1808, le calcul des observations que j'avois reçues de Madrid, d'Aranjuès, de Cadix, de Naples, de Berlin, de Montauban, de Toulouse; j'ajouterai ici celles qui me sont parvenues depuis l'impression de la *Connaiss. des tems.*

A Utrecht, M. d'Utenhove et M. Calkoen ont observé le commencement à $5^h\ 3'\ 19''$, temps vrai, et la fin à $6^h\ 13'\ 59''$, je trouve la conjonction $4^h\ 41'\ 15''$, et la différence $11'\ 9''$; d'accord avec plusieurs autres éclipses; la latitude de la lune en conjonction $19'\ 19''$ B., comme par l'observation d'Aranjuès.

A Amsterdam, M. Keyser, $5^h\ 2'\ 7''$, et $6^h\ 12'\ 31''$, conjonction $4^h\ 40'\ 21''$, différence des méridiens $10'\ 15''$ que nous supposions $10'\ 12''$, latitude $19'\ 18''$.

A Lilienthal, M. Bessel a observé le commencement à $5^h\ 21'\ 7''$, conjonction à $4^h\ 56'\ 24''$, différence des méridiens $26'\ 18''$ au lieu de $26'\ 15''$ que nous supposions.

A Milan, M. Oriani, commencement $5^h\ 25'\ 31''\ 7$, fin $4^h\ 57'\ 23''$, conjonction $4^h\ 57'\ 19''$, différence des méridiens $27'\ 13''$ au lieu de $27'\ 25''$; latitude $19'\ 20''$.

A Munich, MM. Reichenbach et Schieg, $5^h\ 35'\ 46''$ et $6^h\ 44'\ 36''$, conjonction $5^h\ 7'\ 10''$, différence des méridiens $36'\ 56''$ comme nous la supposions; latitude $19'\ 24''$.

A Madrid, M. Bauza, $2''5$, à l'orient de la grande place, $4^h\ 27'\ 49''$ et $6^h\ 9'\ 7''\ \frac{1}{2}$, conjonction $4^h\ 5'\ 59''$, latitude $19'\ 24''$.

A l'Isle-de-Léon, M. Canelas, commencement $4^h\ 18'\ 45''$, conjonction $3^h\ 56'\ 4''$.

A Pampelune, M. Mazzaredo, $4^h\ 36'\ 7''$ et $6^h\ 11'\ 31''$, conjonction $4^h\ 14'\ 11''$; latitude $19'\ 18''$; la hauteur du pôle est $42^\circ\ 50'$.

M. Canelas a calculé rigoureusement ces trois observations; il a trouvé la latitude $19'\ 16''$, plus petite de $6''$ que par les tables de M. Burg, et la longitude $2^s\ 24^\circ\ 44'\ 33''$ plus petite de $13''$.

Suivant moi la longitude en conjonction $2^s\ 24^\circ\ 44'\ 40''$ plus grande de $27''$ que par les tables et latitude $19''\ 20''$ plus grande de $3''$.

Mais les observations que je désirois le plus étoient celles d'Amérique, où l'éclipse devoit être totale à Boston et à Albany; il y avoit eu des éclipses totales en 1706, 1715, 1724 et 1733, mais les observations s'accordoient mal.

M. Deferrer, habile astronome espagnol, qui est depuis long-temps à New-Yorck, a satisfait mon impatience. Il s'est transporté du côté d'Albany à Kinder-

Hook, latitude 42° 23′ 3″, et 5^h 4′ 33″ à l'occident de Paris, avec d'excellens instrumens, et il a observé le commencement à 9^h 49′ 30″ $\frac{1}{2}$, tems vrai; l'obscurité totale de 11^h 7′ 55″ $\frac{1}{2}$ à 11^h 12′ 32″ $\frac{1}{2}$, et la fin à 0^h 33′ 38″ $\frac{1}{2}$; j'en ai conclu la conjonction à 11^h 25′ 33″, et comme je l'avois trouvée pour Paris 4^h 30′ 6″, la différence des méridiens est exactement celle que M. Deferrer m'a envoyée.

Il avoit très-bien choisi sa station d'après ses calculs; car je trouve la latitude de 4 à 5 secondes seulement dans le milieu de l'éclipse ; ainsi la durée de l'obscurité totale ne pouvoit être plus grande. Cette observation est donc propre à nous donner le résultat important que nous attendions. La différence des diamètres du soleil et de la lune, suivant moi, devoit être de 1′ 36″, et par la durée observée je trouve 1′ 48″: je supposois dans mon calcul, d'après mes observations, le demi diamètre du soleil de 15′ 44″9, et le demi diamètre horizontal de la lune 16′ 25″, l'augmentation 8″1, il en résulte 48″3, dont le double est 1′ 36″6; ainsi il faudroit augmenter le diamètre de la lune que j'avois diminué de 7″ (astronomie 1992), ou diminuer celui du soleil, augmenter l'irradiation du soleil et la diminuer pour la lune.

Je n'avois pu jusqu'ici discuter cette question que par des éclipses annulaires de 1791 et 1793 (*Connaissance des tems* 1797, pag. 304 et 386, 1798, page 465, 1799, page 203). Il étoit nécessaire d'avoir une éclipse totale pour avoir des effets contraires; car dans une éclipse totale, si l'obscurité dure plus que par le calcul, il faut augmenter l'irradiation du soleil et diminuer celle de la

lune ; mais dans une éclipse annulaire, si l'anneau dure plus, il faut diminuer l'irradiation du soleil et augmenter celle de la lune.

M. de Witt a publié dans le *Spectateur de New-Yorck*, du 25 juin, une observation faite à Albany, latitude 42° 38′ 39″, ses quatre phases sont 9^h 50′ 12″, 11^h 8′ 6″, 11^h 12′ 57″ et 0^h 33′8″ ; la troisième, ou le retour de la lumière est défectueux, il ne la vit qu'à la vue simple : il croyoit que l'erreur étoit insensible, mais le calcul m'a prouvé qu'elle étoit de plusieurs secondes; les trois autres phases s'accordent à donner la conjonction à 11^h 25′ 25″, et la différence des méridiens 5^h 4′ 41″, au lieu de 5^h 4′ 26″ que M. Deferrer l'estime dans sa lettre.

M. de Witt dit que plusieurs personnes ont vu un point lumineux sur le disque noir de la lune : il y en a déjà plusieurs exemples que j'ai rapportés dans mon *Astronomie* (art. 3338), et que j'attribue au volcan, dont l'existence n'est plus douteuse (*Philosph. transact.* 1794).

Mais un phénomène singulier qu'a remarqué M. Deferrer, c'est que le disque de la lune parut éclairé 7″ avant la fin de l'obscurité : ce qui semble être l'effet d'une petite atmosphère de la lune.

Il a aussi observé un anneau lumineux concentrique au soleil, d'environ 45 à 50′ de diamètre, ce que l'on avoit déjà remarqué dans d'autres éclipses ; il me paroît venir de l'atmosphère terrestre, éclairée dans les pays qui environnent celui où l'éclipse est totale. Le bord de la lune étoit mal terminé; il en partoit de petites

colonnes de vapeurs très-minces, soit de la lune, soit du soleil, qui se terminoient à l'anneau.

L'obscurité n'étoit pas si grande qu'on l'avoit supposé; on ne voyoit que six étoiles principales ou planètes; on devoit voir Vénus et Mercure, Sirius et Procyon, les deux étoiles d'Orion, la Chèvre et la Lyre. Les oiseaux se retiroient dans leurs nids; il tomba un peu de rosée, mais la lumière de l'anneau diminuoit l'obscurité.

Au détroit dans les États-Unis, à 42° 35′ M. Richard a observé l'obscurité depuis 10^h 15′ 20″ jusqu'à 10 17 40, ce qui donne la différence des méridiens 5^h 36′; mais la latitude du lieu est peut-être un peu trop forte.

Pour faire usage de cette éclipse, j'ai repris celle qui fut observée à Philadelphie le 3 avril 1791 : l'anneau dura 4′ 17″, la différence des demi-diamètres qui en résulte étoit 63″6 (*Connaissance des tems*, 1799, page 204), et par les nouvelles déterminations des diamètres je trouve la même chose.

L'éclipse totale du 13 mai 1733, avoit été calculée par M. le chevalier Ciccolini qui travailloit chez moi (*Connaissance des tems*, 1804); j'ai refait le calcul pour en déduire la différence des demi-diamètres : la durée de l'obscurité de 2′ 8″ m'a donné 56″4 pour la différence des demi-diamètres, tandis qu'elle devoit être 55″9, en prenant le demi-diamètre de la lune 16′ 43″7, sans y appliquer d'irradiation, et 15′ 47″ pour le soleil, diminué de 2″5 pour l'irradiation. Ces diamètres sont ceux que j'ai déduits de mes observations; j'ai pris la

latitude et la parallaxe dans les nouvelles *Tables* de M. Burg.

Ainsi, en prenant le milieu entre les deux éclipses totale et annulaire, il faudroit donner deux secondes d'irradiation au soleil, et ajouter une seconde au rayon de la lune, déduit des observations que j'ai faites quand la lune étoit éclairé e (*Mémoires* 1788, page 204), ou bien donner 4″ d'irridation au soleil et une à la lune.

J'ai calculé aussi l'éclipse totale de 1724 : la durée de l'obscurité fut à Paris de 2′ 18″; cela me donne pour la corde parcourue 1′ 24″, en supposant d'après les tables que la lune passa 10″ au nord du soleil. Les demi-diamètres étoient pour le soleil 15′53″2, et pour la lune 16′ 39″8 sans appliquer d'irradiation; la différence est 46″6 au lieu de 43″2 que donne la corde parcourue; ainsi il y auroit 3″4 à ôter du rayon de la lune, ou à ajouter à celui du soleil, il faudroit donner une irradiation à la lune et diminuer celle que j'attribuois au soleil; mais ayant été obligé d'emprunter des tables la latitude de la lune faute d'observations, ce résultat est moins sûr que celui qu'on a vu ci-dessus.

M. Seyffert, qui a observé l'éclipse de 1806 à Munich, dit qu'il a vu sur la lune des montagnes de 3400 toises, et qu'on ne les avoit pas remarquées avant lui; mais on peut voir dans mon astronomie que Hevelius et M. Herschel s'en étoient déjà occupés.

A Padoue, par M. Chiminello, commencement 5h 28′ 27″ fin 6h 51′ 31″, M. Conti en a conclu la conjonction 5h 8′ 19″, et la latitude 19′ 25″.

MÉMOIRE

Sur la composition des étoffes anciennes tirées de deux tombeaux de Saint-Germain-des-Prés, avec des détails propres à servir de commentaire au chapitre de Pline sur les laines,

Par M. Desmarest.

Lu le 29 brumaire an 12.

INTRODUCTION.

M. Le Noir, conservateur des monumens français, m'ayant confié les divers échantillons des étoffes qu'il avoit trouvées dans les fouilles de deux tombeaux de Saint-Germain-des-Prés, je me suis occupé non-seulement de l'examen suivi de chacune de ces étoffes, mais encore de la description raisonnée des procédés de leur fabrication. J'ai été flatté de pouvoir constater, par ce double travail, l'état de l'art qui présidoit à ces tissus en France, à l'époque où les personnages dont on a recueilli les dépouilles ont été inhumés. Considérant d'ailleurs ces tombeaux comme des dépôts précieux où les produits de cette industrie ont été conservés, j'ai pensé que d'après leur étude et l'appréciation de leurs différens

degrés de perfection, on pouvoit suivre leur comparaison avec les résultats correspondans de notre fabrication actuelle.

Je n'ai omis dans mes notes aucun des systèmes de tissus qui ont fait partie de l'habillement des personnages ensevelis avec pompe dans ces tombeaux. Plus un certain luxe y avoit présidé, plus il m'a servi à prendre connoissance des ressources de l'industrie qui étoit en activité en France, à une époque que l'on regarde comme un temps d'ignorance.

Mais un des motifs qui m'a le plus encouragé dans cet examen des étoffes anciennes, ce sont les secours que quelques-unes des plus riches m'ont offert pour l'intelligence des passages de Pline, où ce sublime écrivain traite de certaines parties du travail des laines. Le rapprochement de ces passages avec les étoffes que Pline a voulu nous faire connoître, m'a convaincu qu'on ne peut bien entendre ces passages que lorsqu'on a sous les yeux les objets mêmes indiqués ou décrits. La méthode de Pline et sa concision dans l'exposition qu'il fait des procédés des arts, m'ont paru exiger ces rapprochemens; et ce qui achève d'en établir la nécessité, ce sont les méprises et les erreurs que nous trouvons dans l'interprétation de ces passages par les derniers traducteurs de cet écrivain.

Pline est d'autant plus intéressant pour nous, que s'il ne se fût pas attaché à décrire et à caractériser les produits de l'art des tissus en activité dans les Gaules, nous n'en connoîtrions aucune opération importante;

au lieu que, d'après les notices raisonnées de cet écrivain, il est constaté que les découvertes de nos ancêtres dans les tissus se sont répandues jusqu'à Rome, et que c'est l'inspection de leurs produits qui l'a déterminé à en conserver le souvenir. Ce sont ces raisons qui l'ont engagé aussi à faire figurer l'industrie des Gaulois à côté de celle des Grecs d'Alexandrie : ainsi je me sais gré d'avoir pu recueillir dans un tombeau tous les élémens d'une discussion d'où il résultera, d'une manière incontestable, que si les Gaulois ont négligé les autres arts, ils ont mérité la plus grande célébrité dans celui des tissus. Cette justice rendue au génie des Gaulois par l'Italie, prouve l'importance de ses productions. Et nous qui avons perfectionné ce même art dont nos ancêtres nous ont laissé, comme on voit par ces monumens, des produits aussi intéressans, recueillons avec soin ces titres précieux conservés par l'écrivain le plus instruit de tous les arts des anciens.

C'est dans cet esprit que je m'attacherai à montrer par la suite que la Gaule, qui figure dans Pline, pour la fabrication des étoffes les plus riches, est notre Gaule, puisqu'une de ses grandes provinces est indiquée comme fournissant les matières premières de ces étoffes. Ainsi, d'après ces faits dont je développerai les conséquences, je ne crois pas qu'on puisse révoquer en doute que toutes les étoffes tirées des tombeaux de Saint-Germain, ne soient les produits de l'industrie Gauloise des temps reculés adoptée par les Français à cette époque, et qu'elles ne doivent être considérées

comme les monumens de la tradition de l'art des tissus, qui s'est transmis jusqu'à nous.

Toutes ces considérations qui peuvent nous conduire à la connoissance des arts anciens, seront exposées dans ce mémoire, que je diviserai en quatre parties.

Dans la première je donnerai d'abord, sous des numéros séparés, une description succincte de chacune des étoffes dont les échantillons ont été trouvés dans les tombeaux, et que j'ai pu y reconnoître parmi les dépouilles. J'y noterai non seulement les différens systèmes de fabrication qui ont présidé à leur travail, et qui peuvent servir à les désigner par des caractères distinctifs, mais encore leurs principaux emplois dans les vêtemens des personnages ensevelis avec un certain luxe dans ces tombeaux.

Dans la seconde partie je m'occuperai surtout à rapprocher les passages de Pline et d'Ammien Marcellin, qui ont une juste application aux divers tissus dont il aura été fait mention dans la première. Après avoir exposé les éclaircissemens que j'aurai pu tirer de l'examen de ces tissus et indiqué les méprises et les erreurs, tant des derniers traducteurs que des anciens commentateurs, j'y substituerai le sens précis que la connoissance de l'art m'aura dicté; et par une critique simple, je tâcherai de montrer le peu de confiance que méritent des traducteurs qui ont prétendu nous faire entendre les procédés d'un art des anciens, sans s'être instruits de l'industrie correspondante des

modernes ; en sorte qu'il résultera de cette discussion la connoissance raisonnée de certaines parties du travail des laines, telle que Pline a eu l'intention de nous la transmettre.

Ces passages sont au nombre de cinq : dans le premier, Pline nous indique les lieux qui fournissoient les laines propres aux *étoffes scutulées*, et parmi lesquels je trouve les environs de Pezénas dans la province Narbonnaise.

Le second passage nous fait connoître les qualités particulières des laines que les anciens employoient dans la fabrication de leurs tapis veloutés, et surtout pour la formation du poil.

Dans le troisième, il est fait mention des effets du foulage sur les draps de laine.

Dans le quatrième, Pline traite de l'art d'insérer des fils dorés dans les tissus.

Le cinquième nous fait connoître les effets de l'établissement de plusieurs rangs de lisses sur les métiers, soit par les Grecs d'Alexandrie, soit dans les ateliers des Gaules.

Dans la troisième partie, je rapprocherai tout ce qui peut nous donner une idée de l'industrie des Gaulois dans la fabrication des étoffes de différens genres, et dont Pline nous a conservé la mémoire et les procédés.

La quatrième comprendra la description raisonnée de deux sortes d'étoffes chargées de dessins brochés, soit en or, soit en laines, lesquelles m'ont paru très-propres à nous montrer les divers procédés de la fabrication

des tissus les plus riches chez nos ancêtres. J'y joindrai tout ce que l'examen des différens dessins, exécutés sur le fond des *étoffes scutulées*, m'a fait connoître.

Enfin, je terminerai ce mémoire par l'exposition de tout ce qui a pour objet les tapis des anciens, en commençant par indiquer, d'après le passage de Pline, dont j'ai fait mention ci-dessus, les qualités de laines qu'on employoit dans les trames, et qui, comme on sait, servoient à former le poil de ces étoffes. J'y ajouterai enfin ce qui concerne les différens moyens dont les anciens faisoient usage pour y distribuer les couleurs.

PREMIÈRE PARTIE.

Je présente et je décris les échantillons de onze étoffes différentes de fabrication ancienne dans autant d'articles séparés; et je mets à la tête, dans un premier article, la mention succincte du bois des bières et des crosses des abbés. Ainsi l'on y verra,

1°. Les bois des bières et des crosses sous formes de planches et de rouleaux;

2°. Les gants;

3°. Des coupons de taffetas à tissus serrés et à tissus lâches;

4°. Des galons de différentes largeurs et composition;

5°. Des échantillons de l'étoffe à *dessins scutulés*, et avec laquelle on avoit taillé des étoles, des franges et des guêtres;

6°. Des échantillons de l'étoffe taillée en forme de mitre;

7°. Des étoffes gaufrées par deux systèmes;

8°. Des rubans à tissu lâche;

9°. Un échantillon de drap soumis à l'action du foulon;

10°. Un échantillon d'étoffe de laine commune, semblable à nos dauphines;

11°. Un échantillon de calemandes moirées.

Tous ces objets sont déposés dans le cabinet de l'Institut.

I. Je parlerai d'abord de l'état où se sont trouvés les bois, soit des bières et des crosses des évêques ou abbés. Ils nous ont offert un grain fondu ou un tissu qui différoit peu de celui du liège, car ils en avoient à peu près la souplesse et le ressort.

II. Ensuite je mettrai à la tête des étoffes les *gants*, qui sont de soie et fort bien conservés; ce sont des tissus exécutés à l'aiguille, sur un moule de bois cylindrique. On peut les considérer comme formés de plusieurs systèmes de fils croisés avec des trous à jour, suivant certaines distributions régulières, et assez semblables au point d'Alençon. Ce travail est connu et même répandu dans la société : et je suis porté à croire qu'à l'époque où ces tissus ont été déposés dans les tombeaux ils tenoient lieu de tricot, dont le travail simple n'étoit pour lors connu ni dans la société ni dans aucune fabrique. Cependant nous verrons que

les derniers traducteurs de Pline ont prétendu pouvoir établir l'origine du tricot, d'après les expressions *scutulato textu*, qu'ils ont traduites par *étoffe à mailles*, sans connoître quelle étoit la nature des tissus que Pline nous indiquoit par ces mots, et trompés par les dictionnaires de Boudot et de Novitius, dont ils n'ont pas saisi le véritable sens. Nous ferons connoître par la suite cette méprise singulière. Outre cela nous indiquerons une anecdote d'après laquelle on pourra soupçonner que l'invention du tricot est d'une date assez moderne, et surtout postérieure aux *étoffes à mailles*, dont il est fait mention dans Pline.

III. *Des Taffetas.*

Nous avons trouvé une grande quantité de taffetas, parce que cette étoffe servoit à former les robes et les chasubles des prélats, ainsi qu'à doubler les autres étoffes. Nous citerons ici une chasuble avec chaperon terminé en pointe, et une soutane à larges manches en taffetas, couleur mordoré : ainsi nous avons pu reconnoître non seulement leur qualité, mais encore leur emploi.

Ces taffetas sont, comme on sait, des toiles de soie tissues à l'ordinaire; elles ont conservé une certaine force, et même leur couleur s'est assez bien maintenue. Il y en a de deux sortes. Les uns, d'un tissu serré, sont à peu près de la même qualité que le taffetas de Florence; ce sont ceux des chasubles et des soutanes. Les autres à tissu ouvert et lâche, ont été employés en général

pour doublures. Il y en a aussi de deux couleurs; celles à tissu serré sont de couleur mordoré, et les autres d'un jaune clair.

Les coupons de taffetas à tissu serré qui ont été employés pour robes et chasubles, ont été assemblés non par de simples coutures avec ou sans surjets, mais au moyen de galons qui ont servi à maintenir les commissures et les rapprochemens des lisières; ainsi les galons assujétissant les lisières, offroient autant de bandes d'ornemens qu'il y auroit eu de coutures remarquables dans notre système d'assemblage. J'ajoute que sur les bordures, les lisières se sont trouvées garnies avec la même sorte de galon.

IV. Nous passons maintenant aux galons : j'en ai reconnu de deux espèces. Les uns sont des tissus étroits, composés de fils ronds et retors formant la chaîne, et de fils plats jetés en trame. Ils sont enrichis, à certains intervalles, de rosettes, assemblages de fils dorés et brochés à l'espoulin, au moyen du jeu des fils de la chaîne, mus par les lisses montées suivant les dessins de ces fleurons.

Dans ces sortes de galons, les rosettes dont nous avons dit qu'elles étoient enrichies, offroient les nuances de l'or ou de l'argent dont la dorure étoit composée, suivant que ces métaux étoient conservés ou détruits. J'ajoute même que dans certaines parties de ces galons, la dorure étoit réduite à la base composée d'un fil de laine ou de soie.

Ce sont ces mêmes galons qui servoient à lier les commissures des lisières de chaque coupon de taffetas à tissu serré, et qui présentoient des suites d'ornemens déterminées par ces coutures. D'ailleurs, lorsque dans ces galons, la dorure des fils de la chaîne étoit bien conservée, les rosettes brochées, en fils simplément argentés, se détachoient fort nettement du fond.

Outre ces galons étroits il y en a d'une plus grande largeur, qui se sont trouvés cousus le long des lisières des coupons de certaines étoffes. Ces galons sont enrichis de dessins brochés à la tire. Copiés exactement, ils pourront donner une idée du goût qui régnoit dans les fabriques de ces temps reculés, et de la combinaison de leurs moyens. Ces galons offrent sur la largeur de leurs chaînes, cinq bandes dont deux voisines des lisières avec celle du milieu, ont un fond jaune, pendant que celles qui en occupent les intervalles et qui étoient vertes, sont devenues bleues après avoir perdu le jaune ; cependant j'ai rencontré certaines parties où l'état primitif est conservé. Ailleurs, les couleurs de la chaîne sont décomposées, et il ne reste que celles de la trame qui occupe ces vides. Ce sont des bandes de serges satinées jaunes et vertes qui font réseau.

Je crois devoir placer à la suite des galons une espèce de serge croisée d'un tissu fort clair, et qui n'a pas plus de deux pouces de largeur : elle formoit le collet d'une robe. Cette étoffe composée de fils très-fins en dorure, assujétis à un dessin courant, avoit une sorte de transparence. Ceci annonçoit une chaîne de

très-bas compte, au milieu de laquelle a couru une trame aussi peu serrée, et qui a déterminé la marche du dessin qui règne sur toute l'étendue de l'étoffe. Il y a dans cette serge les teintes de l'or ou de l'argent, suivant que les dorures ont été conservées ou détruites en partie.

On pourra prendre une idée de ces différens systèmes de fabrication suivis dans les galons, par les dessins que je joins à ce mémoire.

V. et VI. *Étoffes scutulées.*

Je vais indiquer, sous les numéros V et VI, deux étoffes enrichies de différens dessins très-intéressans. La première s'est présentée à moi parmi les dépouilles des personnages que renfermoient les tombeaux : 1°. sous la forme d'une étole taillée en bande d'une largeur à peu près égale à celle des étoles de nos prêtres. En second lieu sous forme de franges, *longiores fimbriæ*, qui servoient à garnir les bordures des chasubles. Enfin, sous forme de *guêtres* qui enveloppoient les pieds des prélats, couverts immédiatement par un morceau de drap foulé qui tenoit lieu de bas.

Après avoir indiqué les différens emplois de cette étoffe, je dirai que dans le premier examen que j'en ai fait, j'y ai reconnu tout ce que Pline et Ammien Marcellin nous apprennent sur les procédés anciens de la fabrication des tissus les plus riches et les plus savans, c'est-à-dire les différentes formes d'un dessin

varié qui n'ont pu s'exécuter que par la méthode avec laquelle les Grecs d'Alexandrie étoient parvenus à orner leurs belles étoffes; *plurimis verò liciis texere Alexandria instituit.* Outre cela, cette même étoffe m'a montré des espèces d'*écus polygones*, par lesquels le même auteur nous apprend que les Gaulois avoient imaginé de partager les dessins dont ils ornoient leurs étoffes, *scutulis dividere Gallia invenit.*

J'y ai vu enfin que, comme le dit Ammien Marcellin, on avoit exécuté dans le champ de ces écus, et sur leurs bords, et par le jeu varié des lisses, des figures d'animaux, telles que celles de lièvres et d'oiseaux de plusieurs espèces qui s'y trouvent tracés en or; *varietate liciorum effigiatæ species animalium multiformes.*

Je passe maintenant à l'étoffe numéro VI, laquelle servoit à envelopper la tête d'un prélat sous la forme d'une *mitre;* j'y ai trouvé les mêmes principes de fabrication que dans l'étoffe précédente, ainsi que les *dessins* également distribués par *écus*, et ornés de figures d'animaux. Je réserve à faire connoître en détail cette étoffe, ainsi que la précédente, dans la quatrième partie de ce mémoire. Voyez au reste les dessins.

VII. *Étoffes gaufrées.*

Pour peu qu'on ait examiné avec soin cette étoffe singulière, il est aisé de voir qu'elle a été fabriquée avec une chaîne composée de fils à deux brins, assemblés au moyen d'une trame d'une grande finesse. Ainsi,

lorsque ce système de tissus a été soumis au gaufrage, il en est résulté une étoffe qui a présenté sur ses deux faces des parties saillantes, formées par des suites de fils de la chaîne pliés et entiérement à découvert, attendu que la trame ne se montroit presque pas dans ces suites. Et comme, pendant le séjour que cette étoffe a fait dans les tombeaux, cette trame ne s'est pas conservée autant que la chaîne, il n'est pas étonnant que tout ce tissu, formé ainsi que je l'ai dit, se soit décomposé aussi aisément.

Je crois devoir faire remarquer ce gaufrage nonseulement comme une opération singulière dans cette étoffe ancienne, mais encore comme ayant eu pour base le système d'un tissu ingénieusement composé pour en recevoir les impressions.

Il ne me reste plus qu'à parler des moyens qu'on a dû employer pour exécuter le gaufrage, tel qu'on peut le reconnoître dans l'étoffe qui nous occupe; mais je crois devoir remettre cette exposition à la quatrième partie, où il sera question des deux étoffes des numéros V et VI. J'y joindrai les dessins les plus propres à faire connoître les procédés de l'art surtout dans le gaufrage.

Il ne me reste plus à parler que de quelques étoffes de laines d'une qualité et d'une fabrication commune.

VIII. Je commence par le drap foulé qui tenoit lieu de bas dessous les guêtres, et dont nous avons indiqué l'étoffe au numéro V. En détruisant les effets du feutrage dans ce drap, j'y ai trouvé une toile formée

d'une filature égale et nourrie, tant dans la chaîne que dans la trame, et dont l'assemblage et le tissu avoient disparu entièrement par l'effet du foulon, lequel avoit produit une étoffe d'une force qui ne nuisoit point à sa souplesse. Ce qui nous reste de ce drap est suffisant pour autoriser ce que je dirai par la suite sur les procédés des anciens relatifs au feutrage des laines.

Je conclus d'ailleurs de cet échantillon de drap foulé, que dans ces temps reculés les bas étoient faits avec des draps ou de la serge foulés : ce qui tendroit à prouver que les bas tricotés n'étoient pas pour lors en usage, et que les manipulations du tricot n'étoient pas connues. Je pourrois citer à l'appui de cette présomption, l'usage où nous avons vu les moines les plus anciens, comme les Bénédictins, de porter des bas de serges de laines feutrées, et nullement des bas tricotés. Il sembleroit donc que l'invention du tricot est postérieure aux réglemens de ces moines, car il est à croire que leur vestiaire a été déterminé par les produits de l'industrie qui étoit en activité dans le temps de leur établissement. Nous reviendrons ensuite sur cette question, lorsque nous discuterons l'interprétation que les derniers traducteurs de Pline ont donnée aux mots *scutulata vestis*.

IX. Je passe ensuite à une espèce de toile de laine grossière, quant à sa chaîne et à sa trame; elle est peu foulée, aussi le tissu en est à un certain point apparent, comme dans nos dauphines. Cette étoffe ser-

voit à recouvrir la tête des prélats par-dessus l'étoffe qui avoit la forme d'une mitre.

X. Je finis par indiquer les calemandes fabriquées avec des fils assez fins de laines peignées et rases. Quoiqu'en laine, cette étoffe avoit le brillant d'un certain moirage ; ce qui nous donne lieu de croire que les apprêts en avoient été bien soignés et opérés, ou par l'action des lames chaudes, ou par celle de la calendre.

SECONDE PARTIE,

Renfermant divers passages de Pline, qui ont pour objet les qualités des laines et leur emploi dans les tissus anciens, et d'ailleurs traduits avec soin et exactitude.

J'ai cru devoir rapprocher ici les passages que j'ai tirés du VIIIe livre de Pline, chapitre 48, et par lesquels cet auteur nous fait connoître les différentes qualités des laines que les anciens employoient dans leurs étoffes, et particulièrement dans celles dont j'ai donné une courte description sous les numéros V et VI.

On verra combien ces passages répandent de jour sur leur fabrication, et réciproquement combien ces étoffes comparées aux notices de Pline, peuvent servir à leur parfaite intelligence, malgré l'extrême précision de cet écrivain.

D'ailleurs, après avoir présenté chacun de ces passages séparément avec leur traduction par Poinsinet et ses coopérateurs, j'en discute les fausses interprétations d'après les lumières que m'ont fournies les étoffes

anciennes. Enfin, je termine tout ce travail par substituer le véritable sens aux erreurs et aux méprises que l'ignorance de l'art des anciens a introduites dans ces traductions.

Premier passage.

ISTRIÆ Liburniæque pilo propior quàm lanæ; pexis aliena vestibus : et quam Salacia scutulato textu commendat in Lusitania, similis circa Piscenas provinciæ narbonensis ; similis et in Ægypto, ex quâ vestis detrita usu tingitur rursusque ævo durat.

« En Istrie et en Liburnie, l'espèce de menu bétail » dont nous parlons, est couverte d'une toison qui ressemble plus à du poil qu'à la laine, tellement qu'on » ne peut l'employer à fabriquer des draps peignés ; » *en récompense*, la ville de Salacia en Lusitanie en » compose ses *tissus à mailles*. On trouve des toisons » semblables aux environs de Pezenas dans la province » narbonnoise, ainsi qu'en Égypte, où, lorsqu'un vêtement a perdu son duvet par l'usage, on le fait » teindre pour le renouveler. » POINSINET.

Je commence par faire observer que cette addition, *en récompense*, présente un sens bien opposé à ce que Pline a voulu nous apprendre sur les laines propres aux *étoffes scutulées*. Effectivement, peut-on croire que la ville de Salacia en Lusitanie se fût rendue recommandable, en composant des étoffes riches avec les toisons d'Istrie et de Liburnie, qui ressembloient plus au poil qu'à la laine, et que Pline ait mis au même rang les

laines des environs de Pezenas, connues à Rome comme une production célèbre de la province Narbonnaise, et propres à la fabrication des étoffes scutulées, ainsi que les laines d'Égypte? Il est aisé de voir que les traducteurs ont tout confondu contre les distinctions que Pline a voulu faire de ces laines; car la connoissance que j'ai acquise des *tissus scutulés*, d'après les échantillons qu'on a tirés des tombeaux, me donne des laines de Salacia, des environs de Pezenas et d'Égypte, dont ils étoient fabriqués, une idée bien différente de ce que Pline nous dit des toisons d'Istrie et de Liburnie. Outre cela, nous verrons par la suite que les laines de la province narbonnaise étoient employées dans ces mêmes étoffes par les artistes gaulois, qui faisoient usage des lisses pour exécuter sur ces étoffes les dessins *scutulés*.

Voici maintenant la traduction du passage de Pline que je substitue à celle de Poinsinet, et dans laquelle toutes les contradictions que je viens d'indiquer disparoissent.

« En Istrie et en Liburnie les toisons ressemblent » plus au poil qu'à la laine, tellement qu'on ne peut » les employer à la fabrication des draps peignés; mais » celles que la ville de Salacia en Lusitanie, a rendu » célèbres par l'emploi qu'elle en fait dans les *étoffes* » *scutulées*, sont semblables aux laines des environs » de Pezenas, dans la province narbonnaise, et à celles » qu'on tire d'Égypte, et avec lesquelles on fabrique » aussi des draps qui, dépouillés de leur poil par » l'usage, se renouvellent par la teinture, de manière » à durer encore long-temps. »

On voit dans cette traduction que les toisons d'Istrie sont distinguées des laines de Salacia, des environs de Pezenas et d'Égypte, indiquées comme très-propres à la fabrication des étoffes enrichies de *dessins scutulés*, et qui étoient les plus recherchées, tant pour la qualité des matières que pour les procédés de leur fabrication : on a donc eu tort de confondre ces laines avec celles d'Istrie et de Liburnie, qui ressembloient plus aux poils qu'à la laine, en faisant entendre que quoiqu'elles ne fussent pas propres à la fabrication de draps peignés, la ville de Salacia en composoit ses étoffes scutulées, sans penser que pour exécuter ces beaux tissus il falloit un choix de laines de la plus grande finesse.

Second passage.

Est et hirtæ, pilo crasso in tapetis antiquissima gratia. Aliter hæc Galli pingunt, aliter Parthorum gentes.

« On employoit anciennement *la laine bourre* à faire » des tapis. La manière dont les Parthes *brodent* les » tapis à couleurs et à dessins mélangés, ne ressem- » ble point à celle dont les Gaulois *brodent* les leurs. » Poinsinet. »

Ce pasage me paroît mal traduit, 1°. en ce que l'espèce de laine dont les qualités sont indiquées avec précision dans Pline, y est désignée d'une manière vague par *laine bourre*, qui certainement n'est pas une laine *ferme et à gros brin;* car la laine bourre est

celle qu'on obtient en peignant les laines ; c'est une espèce d'*étoupe de laine :* or, cette laine ne convient point, quant à la qualité, à celles que Pline nous apprend être employées en tout temps dans les tapis ; car ce sont des laines d'un *brin gros et ferme.*

En second lieu, le mot *gratia* est totalement omis dans la traduction, et c'est un des effets essentiels des laines appropriées à cette fabrication. Enfin, il n'est pas dit dans Pline que la laine dont il est question, servît à la fabrication des tapis, mais seulement qu'elle entroit dans leur composition, *est in tapetis antiquissima gratia :* car cette laine ne servoit pas à composer leurs chaînes, mais seulement avoit un emploi très-brillant dans leur trame. C'est ce que Pline nous apprend en terminant ce passage, que les traducteurs rendent ainsi : « La manière dont les Parthes *brodent* les tapis » à couleurs et à dessins mélangés, ne ressemble point » à celle dont les Gaulois *brodent* les leurs. » Ce mot *broder*, substitué à *pingunt*, ne me paroît avoir aucune application à l'étoffe qui n'est pas de nature à être brodée, ni à la matière qui ne convient pas à ce travail. Au reste, je m'étendrai par la suite de ce mémoire sur la fabrication des tapis des anciens, et particulièrement sur les qualités et l'emploi des espèces de laines que Pline nous fait connoître comme appropriées à cette fabrication. En attendant, voici la traduction de ce second passage, telle que j'ai cru pouvoir la rectifier.

« La laine à gros brin et ferme, est connue très- » anciennement comme propre à donner aux tapis

» beaucoup de grâce et d'éclat. Les Gaulois distribuent
» sur ces étoffes les couleurs par des moyens différens
» de ceux dont fait usage la nation des Parthes. »

Troisième passage.

Lanae et per se coarctàm vestem faciunt.

« On fait avec la seule laine des vêtemens de feutre. »

Je traduirois ainsi ce passage :

« On fabrique avec des laines feutrées des étoffes
» propres à faire des vêtemens. »

On pourroit demander si Pline a prétendu indiquer ici les simples feutres comme servant à faire des habits, ou bien s'il avoit intention de nous faire connoître des toiles de laines soumises à l'action du foulon et feutrées par cette action. Je fais mention ici de cette alternative, parce que dans les échantillons d'étoffes qui m'ont été remis, j'ai trouvé des draps bien foulés qui ne sont pas de simples feutres, ainsi que je l'ai remarqué ci-dessus.

On a voulu èn ces derniers temps introduire dans le commerce ces simples feutres dont on vantoit le bon marché et le bon usage; mais dans les habits on a bientôt reconnu les inconvéniens de ces fabrications imparfaites; car on a vu qu'un grand nombre de laines, même celles du Berri qu'on feutroit avec la plus grande facilité, perdoient aussi aisément les effets du foulon ; en sorte que ces étoffes se décomposoient après un usage de peu de durée. D'ailleurs, il est fort difficile d'ob-

tenir des feutres d'une force égale dans toutes leurs parties. Je ne doute donc pas que les anciens, s'ils se sont attachés d'abord au travail des laines simplement feutrées, comme le passage de Pline semble l'indiquer, ne les aient abandonnées comme des produits d'une fabrication fort imparfaite, et n'aient pris pour base de leurs feutres des toiles de laines plus disposées à recevoir également l'action du foulon, et à la conserver d'une manière forte et durable. Dans l'échantillon de drap feutré que les dépouilles des tombeaux m'ont présenté, je trouve tous ces avantages que les anciens n'auront pas sans doute méconnus. Je serois donc en conséquence très-porté à croire que cet échantillon peut servir à nous donner une idée complète du travail des anciens dans le feutrage des laines.

Quatrième passage.

Aurum intexere in Asiâ invenit Attalus rex.

« C'est en Asie que le roi Attale trouva l'art d'insérer » des fils d'or dans les tissus. »

L'art de mêler les dorures aux tissus, *aurum intexere*, ayant eu une application aussi nette que précise dans l'*étoffe scutulée* du numéro V, nous pouvons la citer ici comme un bel échantillon de ce travail des anciens; car on y trouve des oiseaux, des lièvres et des fleurons tissus et brochés en fils d'or, les oiseaux occupant le champ des *écus polygones*, et les lièvres avec les fleurons, les intervalles des *mailles à réseau ou écus.*

Mais je ne dois pas me borner à cette simple indi-

cation ; car, d'après l'examen le plus suivi des différens états où se sont trouvées ces dorures, soit celles qu'on a lieu d'admirer sur les *étoffes scutulées*, soit celles qui servoient à enrichir les galons dont nous avons parlé, il nous a été facile de reconnoître que les fils dorés étoient composés chez les anciens Français comme dans les fabriques de Lyon et de Paris : ces dorures consistoient, 1°. en un fil de laine ou de soie fort fin ; 2°. en une lame d'argent dorée, tordue sur la base du fil de laine. Effectivement dans un grand nombre d'échantillons des étoffes scutulées ou des galons larges et étroits, on voit l'argent à découvert par l'enlèvement de la lame d'or, et quelquefois le fil de laine entièrement dépouillé de la lame d'argent; ce qui prouve incontestablement que les anciens avoient trouvé les moyens de recouvrir les lames d'argent avec l'or, et de filer cette association des deux métaux en lui donnant le degré de finesse convenable, pour revêtir ensuite par un tordage ménagé les fils de laine ou de soie. Si le roi Attale, dont parle Pline, n'a pu insérer les fils dorés dans les étoffes qu'il faisoit fabriquer, qu'après avoir ainsi préparé les fils, il s'ensuit qu'il a dû trouver à peu près les mêmes manœuvres dont nous faisons usage. Dans ce cas il mérite notre reconnoissance; car il est à croire que ses découvertes seroient parvenues jusqu'à nous au moyen de l'art des tissus chargés de dorures, lequel a dû traverser sans interruption la longue suite des siècles qui nous sépare de ce roi ami des arts et industrieux lui-même. Voyez ci-après la note sur *les dorures*.

Cinquième passage.

Je terminerai cette suite de passages par celui qui m'a paru le plus intéressant et le plus mal traduit.

Plurimis verò liciis texere, quœ polymita appellant, Alexandria instituit : scutulis dividere Gallia.

« Les tapisseries exécutées par les tisserands, et dont » les dessins se font par des laines de différentes cou- » leurs, disposées chacune suivant la nature du dessin, » ont été inventées à Alexandrie. Les étoffes à mailles » sont une invention des Gaules. Poinsinet. »

Je vois que tout est vague dans cette traduction ; il n'est pas possible de paraphraser le texte précis de Pline d'une manière aussi obscure et aussi éloignée du véritable sens. Pline ne parle d'abord ici que de l'invention des lisses multipliées à un certain point pour le tissu des étoffes à dessins courans, que nous devons aux Grecs d'Alexandrie ; ensuite de l'usage qu'en faisoient les artistes Gaulois dans la fabrication des étoffes enrichies de dessins *scutulés* ou divisés par écus polygones.

On voit aussi clairement que l'intention de Pline étoit de nous indiquer l'application du jeu de plusieurs rangs de lisses au travail de métiers horizontaux et aux étoffes enrichies de dessins. Cependant ce que les traducteurs ajoutent n'indique nullement les opérations des lisses. Tel est l'emploi des *laines de diverses couleurs*

qui ne se trouve pas dans le passage dont il est question, à moins qu'on n'ait cru voir ces détails dans *Polymita*, qui, à le bien prendre, ne signifie rigoureusement qu'un *équipage à plusieurs rangs de lisses*, et ne peut être considéré comme indiquant ou des chaînes, ou des trames, ou leurs couleurs.

Je trouve d'ailleurs fort étonnant que les traducteurs fassent exécuter les tapisseries par des tisserands, sans qu'il soit fait mention dans Pline ni de ces étoffes ni de ces ouvriers; car je ne vois aucune expression dans Pline qui autorise cette interprétation. Quoique cet auteur emploie les mots *texere* et *liciis*, il ne détermine pas la sorte de tissus que les Grecs exécutoient par ces moyens. Cependant il paroît plus probable que les lisses étoient appliquées aux tissus qui se fabriquoient sur des métiers horizontaux : malgré cela je pense que sans exprimer ici les tapisseries à métiers verticaux, ni les les autres étoffes à métiers horizontaux, on devoit se borner à indiquer le simple travail des lisses, et les modifications que pouvoit opérer leur emploi dans les chaînes. Ici le traducteur ne devoit voir dans ce mot *liciis* que les moyens de soulever successivement les différentes parties des chaînes, soit qu'elles appartinssent aux tapisseries, soit qu'elles fissent partie des étoffes montées sur les métiers horizontaux, et toujours de manière que les trames pussent s'introduire entre les parties soulevées ou déplacées.

Les traducteurs ont effectivement mal interprété le mot *polymita*, qui, comme nous l'avons dit, signifie

un équipage à plusieurs lisses; car ils l'ont considéré comme *polymitarius*, qui, suivant certains commentateurs et l'ancienne Encyclopédie, est un ouvrier qui travaille sur des *laines de différentes couleurs;* pendant que Pline n'a eu en vue que d'indiquer le mot grec qui exprime un assemblage de plusieurs lisses. Je le répète, ces lisses sont des lacs qui soulèvent certains fils de la chaîne, et contribuent à en déterminer une combinaison quelconque avec ceux de la trame.

Si l'on a bien compris cette définition de *mitos* ou de *licium*, l'on pourra suivre sans aucune difficulté les différentes descriptions de chacune des étoffes où figure le travail des lisses, et de plus, reconnoître l'abus qu'on a fait des mots *polymita*, *polymitus*, *polymitarius*, dans plusieurs dictionnaires, en les considérant comme appartenant à la *broderie*. Car *polymitus* a été pris pour un tissu de fils à couleurs changeantes, et *polymitarius* pour un *brodeur*, pendant qu'il ne peut être interprété que comme signifiant un ouvrier travaillant sur un métier à plusieurs lisses. C'est aussi par une semblable confusion de mots et de choses qu'on trouve dans certains dictionnaires *licium* interprété par le mot *trame*.

On peut considérer aussi *polymitus* comme indiquant un *broché*, à quoi le jeu des lisses convient merveilleusement; car le *broché* est le produit d'une trame particulière portée par un espoulin, qui se meut suivant un certain système de dessin particulier auquel les lisses sont assujéties; au lieu que le travail de la *broderie* n'est point réglé par les lisses ni coordonné par elles.

D'après toutes ces considérations, je traduis ainsi ce passage de Pline :

« La ville d'Alexandrie a établi sur les métiers les
» moyens de tisser à plusieurs rangs de lisses ; ce que
» les Grecs ont désigné depuis sous le nom de *polymita ;*
» et dans les Gaules, on a imaginé de diviser le travail
» des lisses par *dessins scutulés*, ou par dessins dis-
» tribués en *écus polygones.* »

Tous ces détails sont clairs et précis, et ont une application facile à l'étoffe ancienne que nous avons décrite sous le numéro V ; il nous suffira, pour la faire connoître, d'exposer les différens moyens qui ont été mis en œuvre pour exécuter les dessins intéressans qui figurent dans cette étoffe. Je vois d'ailleurs que le travail des lisses avoit d'abord été appliqué par les Grecs d'Alexandrie à des dessins courans, et que dans les Gaules on avoit *divisé* les opérations de ces lisses au moyen de dessins *coupés* et distribués par *écus polygones ; scutulis dividere Gallia invenit.* Je le répète, ce mot *dividere* indique clairement que des dessins *coupés* y étoient exécutés au moyen du déplacement de certaines parties des chaînes par les lisses.

Les traducteurs ont pris dans le dictionnaire de Boudot sur le mot *scutulatus* l'interprétation d'*étoffe à mailles ;* mais il me paroît qu'ils n'en ont pas compris le véritable sens, et qu'ils ont confondu la *maille à tricot* avec la *maille à réseau* ; j'en juge par les notes qu'ils ont placées au bas du texte, et où il est dit que cette expression indiquoit l'origine du tricot ; ils n'ont pas vu que

maille devoit signifier ici des dessins distribués à la surface des étoffes, et coupés par mailles semblables à celles des filets. L'équivoque, au reste, que le mot *maille* pourroit occasionner, fait que je voudrois y substituer le mot *scutulés* ou à *écus polygones;* et d'ailleurs je crois qu'il conviendroit d'ajouter à ces désignations le mot *dessin;* ainsi je crois qu'il convient de traduire *scutulatus textus*, ou simplement *scutulum* par *étoffe à dessins scutulés* ou *distribués par écus polygones*. Au reste, je renvoie ce qui les concerne à la description raisonnée des deux étoffes numéros V et VI, ainsi qu'aux dessins qui ont pour objet de faire connoître la distribution des écus à la surface de ces tissus intéressans. Voyez planches II et III, où ces dessins sont figurés.

TROISIÈME PARTIE.

État de l'art des tissus dans les Gaules, et dont Pline a conservé la mémoire et les procédés.

Après avoir mis sous les yeux de ceux qui s'intéressent à l'histoire de l'art des tissus chez les anciens, les passages de Pline qui présentent avec autant de clarté que de précision leurs divers procédés les plus intéressans, et avoir montré leur application dans les étoffes scutulées des numéros V et VI, je crois qu'il convient de rapprocher ici tous les faits qui prouvent que la fabrication des *tissus scutulés* étoit établie dans les

Gaules à l'époque où Pline écrivoit sur les laines ; et comme les étoffes décrites par Pline se sont retrouvées dans les tombeaux de Saint-Germain, il s'ensuit que cette industrie s'y étoit maintenue jusqu'au temps où les prélats y ont été inhumés.

Je trouve d'abord que quant au choix des laines propres aux étoffes les plus riches, les environs de Pezenas dans la province narbonnaise, fournissoient des toisons semblables à celles dont la ville de Salacia en Lusitanie faisoit un emploi très-renommé dans les *tissus scutulés ; et quam Salacia scutulato textu commendat in Lusitania, similis circà Piscenas provinciæ narbonensis.*

Si nous passons ensuite à la fabrication des tapis anciens enrichis de différentes couleurs, nous verrons Pline comparer le travail des Parthes à celui des Gaulois, quant à la méthode dont ces deux nations faisoient usage pour distribuer les couleurs sur ces étoffes, et ce célèbre observateur assigner pour cette opération délicate aux artistes Gaulois un rang aussi distingué qu'à la nation des Parthes qui étoit au centre des arts en Asie ; *aliter hæc Galli Pingunt, aliter Parthorum gentes.*

Enfin, lorsque Pline expose les manœuvres des Grecs d'Alexandrie dans la fabrication des étoffes les plus riches, et tissées par le jeu de plusieurs rangs de lisses sur des métiers horizontaux, les Gaulois y figurent à côté des artistes grecs, comme ayant perfectionné le beau travail des *étoffes scutulées*, en divisant les dessins

dont on les enrichissoit par *écus polygones* ou *circulaires*, ou enfin par coupes symétriques; *scutulis dividere Gallia invenit:* et c'est ce travail que nous trouvons exécuté avec le plus grand succès dans les étoffes numéros V et VI. Voyez les dessins.

Tels sont les faits les plus intéressans que nous trouvons dans Pline à l'avantage de l'industrie Gauloise, et dont j'ai trouvé la confirmation dans les étoffes scutulées que les tombeaux de Saint-Germain-des-Prés nous ont conservées.

Il en résulte sur-tout 1°. que la fabrication de ces étoffes étoit très-perfectionnée dans les Gaules; qu'en second lieu, certaines laines, et particulièrement celles de la province narbonnaise, y étoient distinguées et choisies comme très-propres au travail des tissus les plus riches, qualités qu'elles ont conservées jusqu'à nos jours; 3°. que la réputation des produits de l'industrie Gauloise s'étoit étendue jusqu'à Rome, où Pline, qui y rédigeoit le précis des procédés et des manipulations en usage dans ces ateliers, avoit été instruit que des changemens avantageux dans la distribution des dessins dont on enrichissoit les plus belles étoffes avoient été faits dans les Gaules, où l'on avoit substitué aux dessins courans les dessins *scutulés* ou à *écus polygones;* sans doute parce qu'ils s'exécutoient plus facilement par la répétition du jeu des mêmes lisses, tant sur la largeur que sur la longueur des étoffes.

Je terminerai ces réflexions par une considération qui m'a toujours frappé. Il est incontestable que nous

n'aurions pas trouvé dans les tombeaux de Saint-Germain les étoffes que nous avons fait connoître, si l'art de ces tissus n'eût pas été établi dans les Gaules au degré de perfection que Pline nous indique, et à cette même époque où il écrivoit; et si d'ailleurs cet art ne se fût pas soutenu sur les mêmes principes jusqu'au temps où les personnages ensevelis à Saint-Germain en ont réuni les produits nombreux et intéressans que nous avons recueillis et décrits avec le plus grand soin. Voyez les notes et les dessins.

QUATRIÈME PARTIE.

Je me propose de décrire dans cette partie, suivant les principes de l'art des tissus, trois sortes d'étoffes, les deux premières que j'ai annoncées déjà sous les nos V et VI, et qui sont *scutulées*. Dans le no VII j'ai parlé de deux systèmes d'étoffes gauffrées que je vais decrire successivement, et avec l'attention que ce travail curieux m'a paru mériter.

Etoffe de laine scutulée. N° V.

J'ai déjà parlé de cette étoffe, en indiquant l'emploi qu'on en avoit fait dans l'habillement des personnages ensevelis à Saint-Germain-des-Prés, et en insistant sur les avantages que j'avois retirés de son examen relativement à l'intelligence de quelques passages de Pline et

d'Ammien Marcellin. Je vais maintenant tâcher de faire connoître plus en détail les principes qui ont présidé à sa fabrication.

Je commence par observer que si l'on en juge par le grain du fond de cette étoffe, elle étoit composée d'une trame et d'une chaîne de filature fort fine et très-égale. La chaîne est à deux brins. Ensuite lorsqu'on passe à l'examen des parties détachées et saillantes du broché, la trame y paroît plus ronde parce qu'elle s'étend sur les bords de ces parties, lorsqu'elle s'introduit entre les fils de la chaîne par le jeu des lisses ordinaires.

Outre ces parties du fond du tissu remarquables par les effets dont je viens de parler, des espoulins chargés de fils en dorures ont fourni au broché de certaines parties de dessins assujéties à des lisses particulières. Ce sont des oiseaux renfermés dans les écus poligones, puis des lièvres et des fleurons aussi en dorures dans les intervalles de ces écus.

Les assemblages de ces fils dorés sont aisés à suivre au milieu des autres parties du fond exécutées par la trame ordinaire. Il est aisé de voir que le travail des parties du dessin brochées n'a pas plus d'étendue que les figures des oiseaux, des lièvres et des fleurons en dorure, et que le tissu ordinaire de la trame s'y termine fort régulièrement et sans interruption sensible; enfin sans que l'uniformité du grain de l'étoffe en soit aucunement altérée.

On peut cependant distinguer dans ces parties de l'étoffe le passage de la trame de l'endroit à l'envers,

et surtout de celle qui a été fournie par les espoulins, de manière qu'il en résulte un tissu uniforme tant par le travail de la navette chargée de la trame ordinaire, que par l'espoulin chargé de la dorure. On voit aussi à la première inspection de l'étoffe que les fils des dorures quoique introduits séparément des autres parties du dessin, ont exactement la même direction que les fils de la trame ordinaire qui ont servi à tracer les contours des *écus poligones*, et que ceux qui en enrichissent le champ ou les intervalles. Ce double travail des lisses est tellement uni ensemble qu'il n'y subsiste, comme nous l'avons déjà observé, aucune interruption entre le broché et les parties du fond de l'étoffe environnantes. Ainsi voilà la division des doubles rangs de lisses bien établie dans l'étoffe dont nous faisons l'examen, et en même temps ce double travail ramené à l'ensemble le plus exact et le plus précis d'un *liage uniforme*.

Jusqu'à présent je n'ai pas fait mention de la matière avec laquelle cette étoffe intéressante a été fabriquée. Cependant plusieurs raisons m'engagent à faire remarquer ici que cette étoffe est tissue en laine. Le principal motif est le rapprochement des différentes qualités de cette étoffe avec ce qui concerne l'emploi des laines par les artistes anciens, et dont Pline fait mention dans le quarante-huitième chapitre de son livre VIII.

D'abord si l'on considère la matière première de cette étoffe on la trouve, quant au brin et quant à la filature, d'une finesse qui paroît autoriser les détails étonnans dont Pline nous entretient dans ce chapitre, et dont

l'étoffe que l'on a trouvée dans un des tombeaux de St.-Germain-des-Prés est le commentaire le plus naturel.

Premièrement Pline nous apprend que c'étoit à la quenouille et au fuseau que les plus habiles mains filoient les laines propres à la fabrication des étoffes les plus riches; et si j'en juge par les manœuvres de filature que j'ai trouvé employées par les femmes de Naples et des environs, on se servoit de fuseaux qui avoient la forme de bobines un peu allongées, et auxquelles on communiquoit le mouvement en les roulant sur un plan un peu étendu pour leur donner la volée.

Dans l'examen des fils qui font partie du tissu de l'*étoffe scutulée*, il m'a paru qu'il n'y entroit guères plus de deux brins; que le tors en étoit très-ménagé; en sorte que les fils tant de la chaîne que de la trame s'associoient fort aisément dans le tissu dont le grain ne s'étoit arrondi qu'à mesure qu'on en frappoit l'assemblage sur le métier. J'ai reconnu d'ailleurs que les fils qui entroient dans le fond de l'étoffe étoient filés sur un système fort différent de celui qui avoit réglé la filature des fils destinés aux dessins. Ces derniers ont été incontestablement filés plus tors que les premiers, à en juger par la netteté de leur grain et par la précision avec laquelle les différentes figures d'animaux ou les fleurons se détachent du fond. Je dois répéter ici que la filature du fond est de la plus grande finesse et de la plus belle égalité, et qu'enfin son emploi dans le tissu annonce des métiers d'une forte construction et des mains très-habiles dans le jeu des lisses des deux ordres.

D'ailleurs comme quelques-uns de ces fils étoient destinés à se charger de la dorure, il m'a paru qu'ils étoient moins tors que ceux employés dans les autres parties du dessin et des reliefs non dorés. Aussi les oiseaux et les fleurons fabriqués avec les fils dorés offrent-ils des reliefs plus plats et un grain plus fin malgré la surcharge de la dorure. Il seroit curieux de savoir au juste par quels moyens les fils qui servoient de base aux dorures étoient préparés pour recevoir la lame d'argent doré, et comment cette lame leur étoit appliquée. Je ne doute pas au reste que la laine de la qualité de celle dont j'ai eu lieu de suivre l'emploi dans l'étoffe qui m'occupe, ne se prêtât aux manœuvres ingénieuses auxquelles la soie est soumise dans les ateliers de Lyon et de Paris pour recevoir la dorure.

Si nous jetons les yeux sur notre étoffe scutulée, nous apercevrons à sa surface et entre les lisières une suite de *mailles à réseau* ou d'*écus poligones* régulièrement distribués en tous sens, avec des intervalles également uniformes. Nous avons déjà dit que dans le champ de ces écus étoient figurés des oiseaux sur la tête desquels on voyoit une aigrette fort élevée, mais qui ne pouvoit guères convenir qu'au paon. On y distingue l'œil marqué par un point de dorure entouré d'un fond de couleur ordinaire; outre cela, dans le corps des oiseaux sont tracés en dorure plusieurs assemblages de plumages disposés sur trois rangées bien distinctes. Les pates sont terminées par les doigts développés en avant et en arrière. Aux deux côtés de ces oiseaux principaux sont de petits

oiseaux qui n'ont ni aigrette ni queue élevées; on n'y distingue que des pieds et des ailes qui se détachent du corps. Le reste du champ de l'écu offre un simple tissu au milieu duquel toutes les parties brochées que nous avons décrites se détachent bien nettement. D'ailleurs, nous renvoyons au dessin que mon fils a pris de tous ces détails de fabrication avec le plus grand soin.

On y verra de même que dans les intervalles des écus polygones on a figuré des lièvres courans et des fleurons en reliefs de dorures. Les lièvres occupent la partie des intervalles qui correspond à quatre de ces écus, et sont très-bien figurés. Les fleurons ne sont distribués que dans les vides ménagés entre deux écus.

Etoffe de soie scutulée. N° VI.

Cette étoffe scutulée que j'ai désignée ci-dessus comme ayant servi aux mitres des abbés, est un fond de soie à simple tissu, enrichi d'un fort grand dessin exécuté comme dans l'étoffe précédente au moyen des lisses. Ce dessin m'a paru surtout fort important pour faire connoître les principes d'après lesquels on rédigeoit les *dessins scutulés* relativement à leur exécution sur le métier. L'on peut y distinguer aisément trois parties fort rema--quables dont je m'attacherai particulièrement à décrire les différentes formes qu'on pourra suivre sur deux des quatre planches jointes à ce mémoire.

J'observerai d'abord que la chaîne de cette étoffe est une soie jaune aurore et brillante, et qu'elle a servi à figurer les différens reliefs du dessin qui se détachent

du fond et qui produisent un assez bel effet. Quant à la trame il est aisé de voir qu'elle est composée de la même soie plus fine et plus tordue.

La première partie du dessin qui figure sur cette étoffe consiste en cercles concentriques, dont les intervalles sont remplis d'un système de fleurons courans, mais interrompus dans certaines parties, comme on le voit dans tous les dessins qui appartiennent aux *étoffes scutulées*. Tous ces fleurons sont distribués sur une largeur assez considérable pour que les fils de la chaîne qui ont obéi aux lisses aient pu se montrer d'une manière nette et précise, et en tel nombre qu'il en soit résulté des traces sensibles et agréables. D'ailleurs, outre les fleurons ondulés on remarque des encadremens d'un fort bon effet et formés de même par les circonférences des cercles concentriques.

Si nous passons à la seconde partie du dessin qui nous occupe, nous la trouverons dans les objets renfermés dans le champ du cercle intérieur des deux concentriques dont nous avons parlé. Ce sont les figures de deux oiseaux dont la queue, les ailes et les pieds groupés et distribués symétriquement ont été dessinés sous autant de coupes différentes, de manière que les systèmes de fils qui devoient les tracer en relief aient pu les faire sortir comme il convenoit à leur ensemble. Outre cela, les intervalles qui sont ménagés entre les deux figures d'oiseaux ont été remplis par quelques fleurons symétriques qui font variété.

Ces oiseaux sont des perroquets, autant qu'on en peut

juger à leur bec crochu et à leurs quatre doigts dirigés deux en avant et deux en arrière.

Si nous examinons maintenant la troisième partie du dessin scutulé qui nous occupe, laquelle remplit les vides qui se trouvent entre les quatre cercles concentriques que nous avons décrits, ce sont autant de systèmes d'arabesques sous formes pyramidales, distribués dans ces grands vides et qui les remplissent entièrement : ces pyramides ont pour bases des carrés groupés ensemble et qui s'appuient sur un seul et même centre. C'est de ce point que tous les cercles ont été décrits ; d'où il résulte que toutes les parties du dessin de la seconde étoffe scutulée présentent un grand ensemble et le plus singulièrement symétrique qu'il soit possible de le figurer ; et l'on peut juger par ces détails de l'effet que la réunion de ces parties doit produire sur le fond de l'étoffe.

Je dois faire observer cependant que malgré cet ensemble toutes les parties du dessin ont été coupées et *scutulées* d'une manière fort adroite et pleine d'intelligence. On peut remarquer d'abord que les oiseaux dont la queue, les ailes et les pates remplissent le champ des écus circulaires, s'y présentent sous autant de coupes différentes ; qu'il en est de même des fleurons qui régnent entre les cercles concentriques et dont les ondes courantes sont interrompues par certains intervalles très-sensibles ; enfin que de semblables coupures ont lieu dans chacun des systèmes pyramidaux d'arabesques.

L'exécution d'un tel dessin sur l'étoffe scutulée qui nous occupe, et figuré avec soin par mon fils, met en

évidence les principes qui dirigeoient dans les Gaules et ensuite en France les fabricans par rapport aux dessins dont ils enrichissoient leurs étoffes, lesquelles consistoient particulièrement, suivant Pline (*scutulis dividere*), à en couper les différentes parties sans en détruire la liaison et les rapports quant à l'effet.

Je passe maintenant à ce qui concerne l'adresse des dessinateurs dans l'établissement de la symétrie au milieu de la distribution des objets décomposés par les coupures, comme je l'ai fait voir ci-dessus. Je puis rappeler ici les oiseaux qui remplissent le champ des cercles concentriques, dont les têtes, les ailes, les pates et les queues se correspondent de chaque côté et présentent des détails symétriques qui suffisent pour nous donner une idée des vues de tous les dessinateurs de ces temps reculés.

Effectivement la symétrie dans les dessins propres à être exécutés sur les étoffes renferme plusieurs avantages qu'il est facile de faire connoître. Je dis d'abord que les dessins symétriques ont plus d'éclat et frappent plus agréablement par les retours que les dessins vagues et même courans. D'ailleurs ce qui est fort important, c'est que ces dessins sont plus aisés à lire et à tracer sur le métier par les lisses. On sent facilement que la première partie d'un dessin symétrique étant lue ou exécutée, l'autre correspondante se lit et s'exécute de suite en reprenant les lacs dans un ordre renversé, ou, ce qui est équivalent, en retournant le jeu des marches, etc.

Lorsque je suis entré dans ces détails relatifs aux divisions scutulées et symétriques des dessins, je me proposois de montrer les différens degrés de perfection que les artistes qui présidoient à la fabrication des étoffes chez les Gaulois et ensuite chez les Français, avoient mis dans la préparation du travail des tissus, et d'insister sur des moyens que nous avons peut-être trop négligés nous-mêmes.

Étoffe gauffrée. N° VII.

J'AI déjà parlé des vues générales et des principes qui ont dirigé la fabrication de cette étoffe singulière. Effectivement, pour peu qu'on l'ait examinée, il est aisé de voir qu'elle a pour base une chaîne composée de fils à deux brins, assemblés au moyen d'une trame d'une grande finesse. Ainsi, lorsque le système des tissus a été soumis au gauffrage, il en est résulté une étoffe qui présentoit sur ses deux faces des parties saillantes formées par les suites des fils de la chaîne pliés et fort découverts, attendu que la trame se montroit foiblement sur cette base. Et, comme, pendant le séjour que ces tissus ont fait dans les tombeaux, cette trame ne s'est pas conservée aussi-bien que la chaîne, il n'est pas étonnant qu'ils soient décomposés à un certain point.

Nous finirons par observer ici non-seulement que le gauffrage étoit une opération très-remarquable dans cette étoffe ancienne, mais encore que le système de tissu imaginé pour en recevoir les impressions étoit très-ingénieux et méritoit notre attention. Effectivement après

avoir fait connoître en général la composition de cette étoffe, il me reste encore à parler des moyens qu'on a dû employer pour exécuter le gauffrage tel qu'on peut le reconnoître. Pour en prendre une juste idée, il suffit de jeter les yeux sur un gauffrier, suivre les parties saillantes du moule propres à former les creux dans la pâte d'un côté, et de l'autre un enfoncement qui maintienne la même pâte : car le travail, d'un côté, ne peut pas se terminer sans être soutenu par une lame correspondante de l'autre. Je ne vois maintenant, d'après toutes ces suppositions aucune difficulté d'opérer avec avantage toutes les impressions en creux, et les reliefs dans les parties opposées au moyen d'un certain degré de chaleur qu'on communiquoit aux planches du gauffrage, outre cela de rendre ces impressions durables au moyen d'un prompt refroidissement, et même d'un certain gommage dans l'étoffe primitive.

J'ai remarqué enfin que les parties saillantes produisoient à la surface de l'étoffe un effet fort agréable, en rendant la couleur des fils de la chaîne avec un certain éclat, et surtout par le contraste et l'opposition des mêmes fils pliés en creux et offrant un fond fort sombre.

APPENDICE.

I. *Tapis des anciens.* — Choix des laines que les anciens faisoient entrer dans leur composition, suivant Pline.

II. *Tapisseries des anciens.* — Systèmes de leurs tissus relativement aux ornemens dont on les enrichissoit, comme Virgile nous l'apprend.

I. *Tapis des anciens.*

Quoique la fabrication des tapis anciens n'entre pas dans mon travail sur les étoffes qu'on a extraites des tombeaux de Saint-Germain-des-Prés, les réflexions que m'a donné lieu de faire sur ces tapis le second passage de Pline, qui a pour objet le choix des laines propres à former le poil de ces tissus, j'ai cru qu'il convenoit d'en rappeler les qualités, et d'en suivre l'emploi fort avantageux qu'en faisoient les fabricans de Rome. *La laine ferme et à gros brin*, nous dit Pline, *est connue anciennement comme très-propre aux tapis en leur donnant beaucoup de grace et d'éclat.*

Effectivement, ayant examiné avec soin les tapis de la Savonnerie et suivi leur fabrication, d'après les vues que m'avoit inspirées le passage de Pline que je viens de rappeler, j'ai reconnu que les laines qui servoient à en former le poil étoient d'autant plus fermes qu'elles offroient un brin plus gros et plus dur, de sorte que les trames à trois fils qu'on y employoit pour bordure d'une grande pièce de tapis d'un prix considérable, me présen-

toient un poil d'une grande force et ressort, pendant que d'autres laines fines à neuf fils qui composoient à peine une trame équivalente, quant au volume, dans l'intérieur de la pièce, n'offroient qu'un poil fort doux et sans aucun ressort sous les doigts. Il n'est donc pas étonnant que ces beaux tapis d'un grand prix se déchirassent très-promptement et perdissent leurs couleurs sous les fauteuils des sallons. J'ai remarqué fréquemment ces accidens chez les riches propriétaires avant la révolution, pendant que les tapis du Levant, où la fabrication s'exécute sur les principes des anciens, attestés par Pline, se soutenoient intacts très-long-temps et conservoient leurs belles couleurs.

Ainsi, d'après les détails que nous trouvons dans Pline, il paroît que les anciens faisoient la plus grande attention à la qualité des laines qu'ils employoient dans leurs tapis, et qu'ils en soignoient le choix beaucoup plus que nous, surtout relativement au poil de ces tapis: cette méprise de notre part me paroît avoir pour principe l'erreur où nous sommes, que les masses des parties colorées dans les dessins exigeoient l'emploi des laines fines, comme recevant plus aisement les couleurs, sans penser qu'elles ne donnoient aucun éclat vif dans la trame.

Je connois trois sortes de tapis quant au système de fabrication et aux méthodes de l'emploi des laines en trames, lesquelles servent aux ornemens de ces tapis. J'ajoute que les qualités des laines indiquées par Pline, conviennent également à ces trois sortes.

La première a pour base un fort canevas de toile, qu'on recouvre à l'aiguille par des laines à gros brin, et teintes de manière à pouvoir exécuter différentes parties d'un dessin. On en fabrique ainsi dans le Levant, en Perse, et en France à Aubusson; mais l'étoffe qui nous vient du Levant est beaucoup plus parfaite que celle de France quant aux choix des matières, et quant au travail : je distingue bien cette sorte de celles qui se travailloient autrefois en Perse, mais qui étoient exactement les produits d'une broderie en soie exécutée par les femmes sur des fonds qui différoient des canevas.

La seconde sorte est un tissu à chaîne verticale et à trame en poils coupés. Il s'en fait dans le Levant, à la Savonnerie, et à Aubusson.

La troisième sorte est une étoffe qui se fabrique sur un métier horizontal comme nos moquettes : c'est un poil plié seulement. On ne peut douter que les Gaulois et les Parthes, dont il est fait mention dans Pline, n'aient adopté quelques-unes de ces trois sortes de fabrication dans le travail des tapis sur lesquels ils distribuoient les couleurs par une méthode particulière et au moyen des laines, dont Pline nous fait connoître les qualités : car, dans les unes et les autres, la laine rude et à gros brin pouvoit être employée avec un égal avantage. Il y a grande apparence que les Parthes, auxquels les Perses ont succédé, avoient adopté la première sorte; car nous savons d'ailleurs qu'ils ont fabriqué des tapis avec canevas, recouverts en soie et brodés par les femmes. D'un autre côté, les Gaulois ont pu choisir la

sorte qui se travaille par une méthode semblable à celle de la Savonnerie.

On me dira peut-être que rien ne prouve que les tapis dont il est question dans Pline, étoient des étoffes à poils comme sont les tapis de pied de la Savonnerie. A cela je réponds que la composition de ces tapis est déterminée par la qualité des laines rudes et à gros brin, comme étant très-propres à donner beaucoup de grace et d'éclat à ces tapis : car il n'est pas probable que cette sorte de matière ait pu servir à un autre système de fabrication. Je me suis donc cru autorisé à considérer cette tradition précieuse que Pline nous a conservée comme pouvant servir avantageusement à ce beau travail des tapis à poil. Je regrette même que nos artistes n'aient pas suivi ces principes sur le choix des laines, et n'aient pas donné la préférence aux laines rudes et à gros brin.

Je vais plus loin encore, et je pense qu'on ne peut pas douter que les anciens n'eussent adopté pour la fabrication des tapis, l'usage des chaînes verticales comme nous les employons dans nos ateliers de la Savonnerie et d'Aubusson : car, suivant un passage de Senèque, nous savons que les tissus de toiles du temps où écrivoit Posidonius, se fabriquoient avec des chaînes ainsi disposées. D'ailleurs, les nations sauvages dans différentes contrées de la terre ont montré aux observateurs attentifs qui accompagnoient Cook, cette méthode ancienne comme la plus naturelle. Il ne seroit donc pas étonnant que l'art de la fabrication des tapis eût conservé cette dis-

position primitive des chaînes qui, d'ailleurs, est beaucoup plus favorable à l'emploi de la trame en poils coupés.

J'observe enfin que ce travail des tapis à poil, tel que je le suppose d'après Pline, comme ayant existé dans les Gaules y sera revenu de nouvelle date, ayant été transporté du Levant où il s'étoit conservé, sans doute, avec le choix des laines sur lesquelles j'insiste dans cette note.

II. *Tapisseries des anciens.*

Il me paroît convenable de joindre à ce qui concerne les tapis des anciens, une anecdote intéressante sur des tissus de leurs tapisseries, et particulièrement sur la méthode qu'on suivoit pour y tracer les personnages qu'on y faisoit figurer. Je trouve cette anecdote dans le vingt-cinquième vers du troisième livre des *Géorgiques*. Voici ce vers :

. Utque
Purpurea intexti tollant aulaea Britanni.

Le poète dans ce vers nous parle de tapisseries qui devoient servir de toiles à un théâtre, et dans le tissu desquelles les Bretons qui les levoient étoient figurés ainsi que leurs défaites par César. Les mots *intexti Britanni* m'ont paru dans ce cas offrir les résultats singuliers d'un travail que je retrouve avec plaisir dans Virgile, lequel connoissoit si bien les arts des tissus de son temps : travail que je suis tenté de comparer à celui des Gobelins. *Intexere* nous annonceroit donc suivant

mes vues, et des personnages brochés ou tracés de toute autre manière, au milieu d'un fonds d'étoffe propre à renfermer et à détacher ces figures. Je pourrai quelque jour donner plus de développement à mes conjectures, et d'ailleurs aux preuves que me fournira le même poète.

Note sur les lisses.

En lisant plusieurs articles de ce mémoire, on sentira sans doute le besoin de nouveaux éclaircissemens sur la disposition et l'emploi des lisses (*licia*). Effectivement, je ne puis dissimuler ici qu'il ne me reste encore sur ces moyens de fabrication quelques points assez importans à discuter. Le premier ayant pour objet l'intelligence des auteurs latins les plus célèbres : et le second, les époques auxquelles les lisses ont été introduites dans les ateliers des anciens, et y ont été livrées à la sagacité et à l'industrie de leurs artistes.

Ainsi, je trouve, par exemple, dans Virgile, *Géorgiques*, livre Ier, vers 285, l'emploi des lisses bien déterminé par ces mots, *licia telæ addere* (monter les lisses sur les chaînes). Ce poète prouve par ces trois mots, avec autant d'élégance que de précision, combien il étoit instruit des principaux préparatifs de la fabrication des toiles, et comme il a su rendre les résultats de ses connoissances à cet égard ; c'est, je le répète par ces trois mots, que Virgile nous apprend que les cultivateurs fabricans s'occupoient pendant les temps des pluies de l'été *à monter les lisses sur les chaînes*. Ouvrage de

patience et d'adresse qui a été méconnu par ses traducteurs, surtout par *l'abbé des Fontaines*, qui y substitue l'ourdissage des toiles; opération différente quoique du même ordre de travaux préparatoires.

De même Tibule nous fait connoître l'emploi et la disposition des lisses par ce vers, où tout se trouve indiqué plus clairement encore que dans Virgile:

Firmaque conductis adnectit licia telis.

Adnectit détermine bien clairement le travail du montage des lisses sur les chaînes. Outre cela *conductis* annonce que les chaînes sont ourdies et mises sur le métier avant de recevoir l'attache successive des fils des lisses. Enfin, je vois que dans les deux poètes *tela* emporte l'idée des *chaînes* dont on forme la toile.

Dans les différens articles de ce mémoire il est question de deux sortes d'équipages des lisses: dans le premier elles sont montées sur les deux systèmes de fils qui composent les chaînes pour opérer leur croisement, offrant en même temps les vides où l'on introduit la trame par le moyen d'une navette. Il n'est question pour lors que des simples toiles et des tissus d'un grain égal et uniforme.

Le second équipage des lisses est occupé à soulever certaines parties seulement des chaînes avec lesquelles une trame particulière exécute des dessins distingués d'un fond de tissu, et qui servent à orner ce tissu.

Le premier équipage est celui que Virgile et Tibule

ont décrit : c'est celui qui a eu lieu dans tous les temps pour établir la fabrication du plus simple tissu. Je dis le premier quant aux métiers horizontaux ; car Posidonius nous apprend qu'il a existé très-anciennement un système de travail bien antérieur à celui de notre temps, comme je l'ai déjà dit ailleurs, et avec des chaînes verticales dont les fils se croisoient au moyen de lisses disposées horizontalement, de la même manière qu'elles le font dans les métiers à tapisseries des Gobelins.

Le second équipage dont l'invention appartient aux artistes d'Alexandrie, et qui est composé de plusieurs rangs de lisses, est désigné dans Pline par *Polymita*. On en trouvera ci-dessus beaucoup d'applications fort intéressantes ; ce sont, comme on sait, des assemblages de fils qui soulèvent ou abaissent ceux des chaînes, de manière à régler leur combinaison avec les fils de la *trame*. Si l'on comprend bien cet emploi, et cette fonction des lisses, on aura une idée nette et précise de ce que les auteurs grecs et latins des meilleurs âges, ont voulu nous faire connoître par les mots *mitos* et *licium*. C'est ce sens bien déterminé qu'il ne faut pas perdre de vue ni confondre avec d'autres parties des métiers, telles que les *trames ;* on sera pour lors en état de suivre les descriptions des étoffes dans la fabrication desquelles figure le travail des lisses, et surtout celles du second équipage. On comprendra fort aisément ces détails si l'on jette les yeux sur la planche où j'ai fait représenter une étoffe *scutulée* à écus polygones ; on verra du premier coup-d'œil en quoi consiste la découverte des fabricans

Gaulois, indiquée d'une manière si précise par Pline, lesquels avoient inventé l'art de *diviser le travail des lisses par dessins scutulés*; *SCUTULIS DIVIDERE GALLIA INVENIT.*

A l'occasion de *polymita*, on me permettra de rapprocher des expressions qui ont de l'analogie avec ce mot, et d'en déterminer strictement le sens; ainsi je vois que *polymitus* est un tissu quelconque fabriqué sur un métier armé de plusieurs ordres de lisses: de même *polymitarius*, son dérivé, nous indiquera un ouvrier travaillant sur un métier à plusieurs rangs de lisses. Je ne sais donc pas pourquoi dans Boudot et dans Novitius on a traduit *polymitus* par tissu de fils à couleur changeante, *brocard*, *broder;* et pourquoi on a présenté de même *polymitarius*, sous deux rapports également éloignés de sa véritable signification; le premier sous celui d'un ouvrier, et dès-lors c'est un *brodeur*, et le second sous celui des produits de la fabrication, et on le fait envisager comme indiquant des étoffes à couleurs changeantes: toutes interprétations offrant des objets étrangers aux lisses et qui n'entrent point dans les vues du beau passage de Pline, lequel renferme le mot interessant de *polymita.* C'est en se livrant à ces fausses interprétations que les auteurs du dictionnaire de Boudot ont tout confondu, et même hasardé de traduire le mot *licium* par *trame.* Je le répète, les simples érudits, rédacteurs des dictionnaires, ont perdu de vue les fonctions des lisses, et n'ont pas resserré ce terme dans ses vraies limites, lorsqu'ils y ont cru voir

une trame. Je dois le dire, la connoissance de l'art des tissus pouvoit seule les garantir de ces erreurs. On doit donc sentir maintenant quelle confusion ces fausses interprétations ont mis dans les idées de nos traducteurs, et combien il leur étoit difficile, au milieu de ces méprises, de saisir les manœuvres des fabrications anciennes, et de profiter surtout des descriptions de Pline, qui est si précis et si succinct dans l'exposition des procédés et des moyens adoptés par les artistes de son temps, pour exécuter les diverses distributions des dessins, dont ils enrichissoient les étoffes du plus grand prix.

Ces différentes discussions sur les lisses m'engagent à rappeler ici les trois époques remarquables qui concernent non-seulement leur invention, mais encore leur introduction successive dans les ateliers des différentes nations industrieuses. La première nous présentera l'établissement de plusieurs rangs de lisses sur les métiers horizontaux par les artistes grecs d'Alexandrie : car il est inutile de parler ici de l'usage primitif des lisses qui date de l'invention du travail des toiles, et des temps bien antérieurs à notre première époque.

La seconde époque renferme les travaux de l'industrie Gauloise, attestés par Pline et Ammien Marcellin.

La troisième nous donne ceux de l'industrie française, constatés par la description des étoffes conservées dans les tombeaux de Saint-Germain-des-Prés.

J'ajoute ici que les intervalles des trois époques que je prolonge jusqu'à nos jours, ont été remplis par une

suite non interrompue de toutes les espèces de fabrications, et surtout par celle du travail le plus savant. Je présente ici, sous ce même point de vue, le tableau de ces trois époques parce qu'il nous offre une partie bien intéressante de l'histoire des tissus.

Je ne puis terminer cette note sur les lisses sans rappeler le passage d'Ammien Marcellin, en le considérant relativement à l'emploi des lisses, et surtout pour faire figurer des animaux dans les dessins dont on enrichissoit les étoffes qui servoient de bordures aux habits et aux tuniques.

Ut longiores fimbriæ tunicæque perspicuè luceant varietate liciorum effigiatæ species animalium multiformes.

On voit par là que l'on faisoit, du temps de cet historien observateur, usage pour *franges* et même pour tuniques, d'étoffes, sur lesquelles, par le jeu varié des lisses, on figuroit plusieurs espèces d'animaux de différentes formes, oiseaux et quadrupèdes, et que tous ces ornemens étoient exécutés pour donner plus d'éclat aux franges des habits et aux tuniques que portoient les personnages de distinction. Comme nous avons retrouvé ces tissus intéressans dans les habillemens des prélats que renfermoient les tombeaux de Saint-Germain-des-Prés, il nous paroît constaté par ces monumens que la mode décrite par Ammien Marcellin s'étoit soutenue et propagée jusqu'au temps où les abbés, dont nous avons les dépouilles, ont vécu en France.

Note sur les dorures.

Après la longue discussion dans laquelle j'ai cru devoir entrer sur la *dorure*, d'abord, relativement à son emploi dans quelques-unes des étoffes que nous avons tirées des tombeaux de Saint-Germain-des-Prés, et, en même temps, relativement à l'invention de ses procédés préliminaires, et à son heureuse application dans les tissus par le roi Attale; je ne puis oublier le galon d'or trait trouvé au milieu des débris de la ville souterraine d'Herculanum. Il est d'or pur et tissu comme une toile. Mais comme quelques antiquaires ont supposé à cetteoccasion, que les riches étoffes des anciens n'étoient pas fabriquées comme celles des modernes, d'un fil d'or ou d'argent très-mince filé sur une trame de soie, et qu'elles étoient tissues d'un or pur et sans l'association d'aucune autre matière, je crois devoir entrer dans une nouvelle discussion à ce sujet. D'absrd je ne puis dissimuler qu'ils ne s'appuient sur ce que Pline, qui nous fournit d'ailleurs de quoi soutenir une opinion contraire, nous apprend qu'Agrippine, épouse de Claude, assista au spectacle d'un combat naval que donna cet empereur, vêtue d'un *paludamentum* tissu d'or pur. *Nos vidimus*, dit-il, *Agrippinam Claudii principis, edente eo navalis prelii spectaculum, indutam paludamento auro textili* SINE ALIA MATERIA. (Lib. XXXIII, cap. 19.) Je vois bien que ce passage offre aux antiquaires dont j'ai parlé, le monument le plus remarquable d'une étoffe d'or trait, mais je considère aussi que, par l'addition parti-

culière, *sine aliâ materiâ*, Pline indique en même temps que dans la plupart des riches produits de l'art des tissus, l'or se trouvoit employé avec l'association d'autres matières. Outre cela, je vois par l'exemple du *paludamentum* d'Agrippine que l'*aurum textile* n'avoit guère été travaillé seul que pour la composition de certains habits d'apparat plus riches et plus brillans que solides, ou de quelques ornemens propres à distinguer les rois et les empereurs. Aussi Pline nous rapporte-il dans ces mêmes vues que Tarquin l'Ancien avoit porté de son temps une robe d'or, *tunicam auream;* d'où je conclus que ces trois anecdotes précédentes et quelques autres citées par Winkelman, dans son *Traité de l'art*, ne peuvent être considérées comme nous annonçant les produits d'une fabrication journalière et courante, mais seulement comme des tours de force rares et singuliers qui ne sont pas de nature à écarter les procédés usuels, introduits par Attale dans la fabrication des étoffes riches répandues en Asie et ailleurs, et dont l'usage avoit été adopté par les gens riches : procédés introduits et connus, sans doute, à Rome où Pline célébroit cette découverte.

Effectivement, en rappelant le passage de Pline qui m'a déjà occupé, il m'est facile de montrer que tout y établit, que très-anciennement les fils d'or employés dans les tissus y étoient associés avec d'autres matières : car il est évident d'abord qu'on ne peut faire entrer l'*aurum textile* dans un tissu qui n'est pas entièrement d'or, et à moins qu'il ne soit associé à des lames d'argent, et que cette association ne soit établie sur une base qui lui

donne la plus grande souplesse et la plus grande flexibilité : or, c'est ce que nous annoncent, selon moi, les deux mots, *aurum intexere*. Mais toutes ces choses ne peuvent être bien saisies que par les personnes qui ont l'intelligence de l'art des tissus enrichis de métaux précieux, et qui ont étudié, soit dans Virgile, soit dans Pline, la signification précise d'*intexere*, et les heureuses applications que le poète surtout en a faites.

Je terminerai cette note en observant que dans la longue suite de siècles que nous avons pu parcourir, et pendant lesquels l'art des tissus a été cultivé, j'ai rencontré diverses époques qui m'ont offert des monumens de l'industrie de plusieurs peuples, lesquels constatent que l'or a été travaillé en deux états différens. Le premier sous la forme d'or trait ou d'*aurum textile*, et le second sous celle d'or filé : j'ajoute que sous cette dernière forme l'art de la dorure a été perfectionné et enrichi depuis très-long-temps, et même depuis le règne du roi Attale, qui constitue la première époque; ensuite vient la seconde avec date du temps de l'industrie Gauloise, dont Pline nous a conservé la mémoire : et enfin, la troisième est indiquée par les étoffes tirées des tombeaux de Saint-Germain-des-Prés. Il est donc vraisemblable que les procédés de ce beau travail ont été transmis par tradition d'Asie en Europe et sans interruption depuis la première époque jusqu'à nos jours.

J'en citerai maintenant un exemple qui m'a toujours frappé. On voit, *Énéide*, livre V, , depuis le 250 vers jusqu'au 257, qu'Énée décora le vainqueur au com-

bat naval, d'une cotte d'arme, enrichie d'un tissu doré, *clamidem auratam*, et bordée de deux bandes de la plus belle pourpre de Mélibée; que dans ces tissus dorés étoit représenté le jeune Ganymède, d'un côté, chassant dans la forêt du mont Ida, et, de l'autre, enlevé par l'aigle de Jupiter : *intextusque puer frondosâ regius Idâ*, etc. Le poète emploie ici le mot *intextus* pour indiquer le travail du fil doré qui enrichissoit le corps de l'étoffe de la cotte d'arme, comme il en a fait usage, pour nous désigner les Bretons, *intexti Britanni*, figurés avec des fils propres aux tapisseries dans les *Géorgiques*.

Ce n'est pas un simple tissu fait de laine ou de soie propres aux tapisseries, comme dans le vers que j'ai analysé à l'article précédent sur les tapis des anciens, mais ce sont des fils dorés, et qui peuvent entrer dans le tissu d'une étoffe enrichie de métaux précieux, et dont Virgile avoit trouvé le modèle dans le travail des artistes de Rome ou de Naples. Je le répète, dans les deux passages *intextus* désigne des matières de nature différente, mais également propres par leur souplesse et leur flexibilité à entrer dans le corps d'une étoffe. Dans la cotte d'armes il étoit nécessaire que l'or qui y figuroit eût toutes ces qualités, comme faisant partie d'une fabrication qui renfermoit des franges en bordure de la plus belle pourpre. Ce devis de la composition de la cotte d'armes dorée, me l'a fait considérer comme une heureuse application de la découverte du roi Attale : je ne sais si la lecture de *Virgile* m'abuse, mais je crois que ce poète étoit parfaitement instruit de ce travail de l'or; et ce qui achève de m'en

convaincre, c'est la manière claire et précise dont il a rendu les procédés de l'art des tissus dans toutes les occasions où il nous en a parlé.

Époques de la fabrication des étoffes dont il est question dans ce mémoire.

On dira peut-être que je me suis occupé dans ce mémoire de diverses étoffes dont la fabrication appartenoit à des temps très-voisins du nôtre, par conséquent fort éloignés de ceux où vivoient Pline et Ammien-Marcellin. A cette objection je puis opposer plusieurs raisons; je vois d'abord que rien ne peut contrarier les applications que j'ai pu faire des procédés de la fabrication des étoffes des huitième et neuvième siècles, aux descriptions de celles de leur siècle que nous ont laissées Pline et Ammien-Marcellin. Tous ces détails bien avérés m'ont paru prouver que les procédés indiqués dans Pline ont conservé parmi les fabricans des deux nations, et pendant plusieurs siècles leur activité entière : qu'ainsi les deux points de comparaison que j'ai saisis sont tellement incontestables, qu'on ne peut douter de leur correspondance. Je vois de même que les différentes manipulations que j'ai fait connoître se sont transmises par tradition et sans interruption chez toutes les nations civilisées, depuis leur invention et leur première introduction dans les ateliers; ainsi, par exemple, depuis l'invention des lisses dans les fabriques d'Alexandrie, leur jeu, leurs combinaisons ont de tout temps été adoptées sui-

vant les besoins des ouvriers qui les ont connues. C'est ainsi que j'ai trouvé dans nos manufactures ces connoissances bien suivies et répandues, de manière que les toiles, comme les étoffes chargées de dessins les plus compliqués, s'y fabriquoient avec autant de perfection et d'intelligence dans les campagnes que dans les villes. Ce sont ces considérations qui m'ont empêché de suivre toutes les recherches des époques auxquels on devoit rapporter le temps précis où les prélats ont été inhumés, au cas que les étoffes dont nous nous sommes occupés fussent véritablement leurs dépouilles. Toujours sera-t-il vrai de dire que les rapprochemens qui m'ont paru si intéressans, constatent que dans tous les temps les procédés de fabrication ont été assujettis à une suite de traditions non-interrompues. C'est ainsi que, par exemple, dans une chasuble une frange d'une grande largeur servoit de bordure, exactement comme Ammien-Marcellin nous apprend qu'on faisoit usage sur les tuniques de ses *longiores fimbriæ* : j'en conclus enfin définitivement que rien ne s'est perdu dans les procédés des arts usuels et surtout des tissus.

Considérations définitives sur l'industrie des anciens dans l'ordre des tissus.

On peut voir par les détails des notes précédentes qu'on peut extraire des matériaux intéressans de plusieurs auteurs anciens, et surtout de Virgile et de Pline, pour faire l'histoire de leurs arts, et particulièrement des différens systèmes de celui des tissus. Mais pour être

éclairé sur tous ces objets d'industrie, pour obtenir des lumières sur leurs procédés, j'ai cru qu'il falloit en avoir rassemblé depuis long-temps sur l'état des arts en activité dans nos ateliers actuels, de manière qu'il me fût facile de raccorder nos opérations techniques avec les produits des arts anciens, transmis par tradition successive de siècles en siècles.

Tels sont les principes qui ont dirigé la marche que j'ai suivie dans cette étude, et qui me l'ont rendue aussi agréable que lumineuse. Mais en sentant le besoin de ces connoissances préliminaires pour ce travail, je crois que je puis également les exiger de mes juges, de ceux en un mot qui voudront décider des avantages de mes recherches à ce sujet. Je ne ferai cas de leur avis qu'autant qu'il sera bien éclairé, d'après ces deux vues, que je considère comme étant très-liées ensemble, et avoir une correspondance très-intime; ainsi, je le répète, tous les matériaux que m'ont offerts et que m'offriront par la suite les auteurs anciens que j'ai cités, ne seront employés avantageusement qu'après qu'on aura pu y démêler les moyens et les ressources qui les raccordent avec les procédés modernes, et qu'on sera bien en état de trouver dans ceux-ci des copies améliorées ou simplifiées de ces originaux, ou plutôt après qu'on y a reconnu le germe, l'esprit ou l'ébauche de ce qui a reçu les plus grands développemens chez nous, tant par la suite des temps qui favorisent si singulièrement les découvertes, que par la sagacité des artistes, lorsque les Gouvernemens éclairés les encouragent. Tels sont les

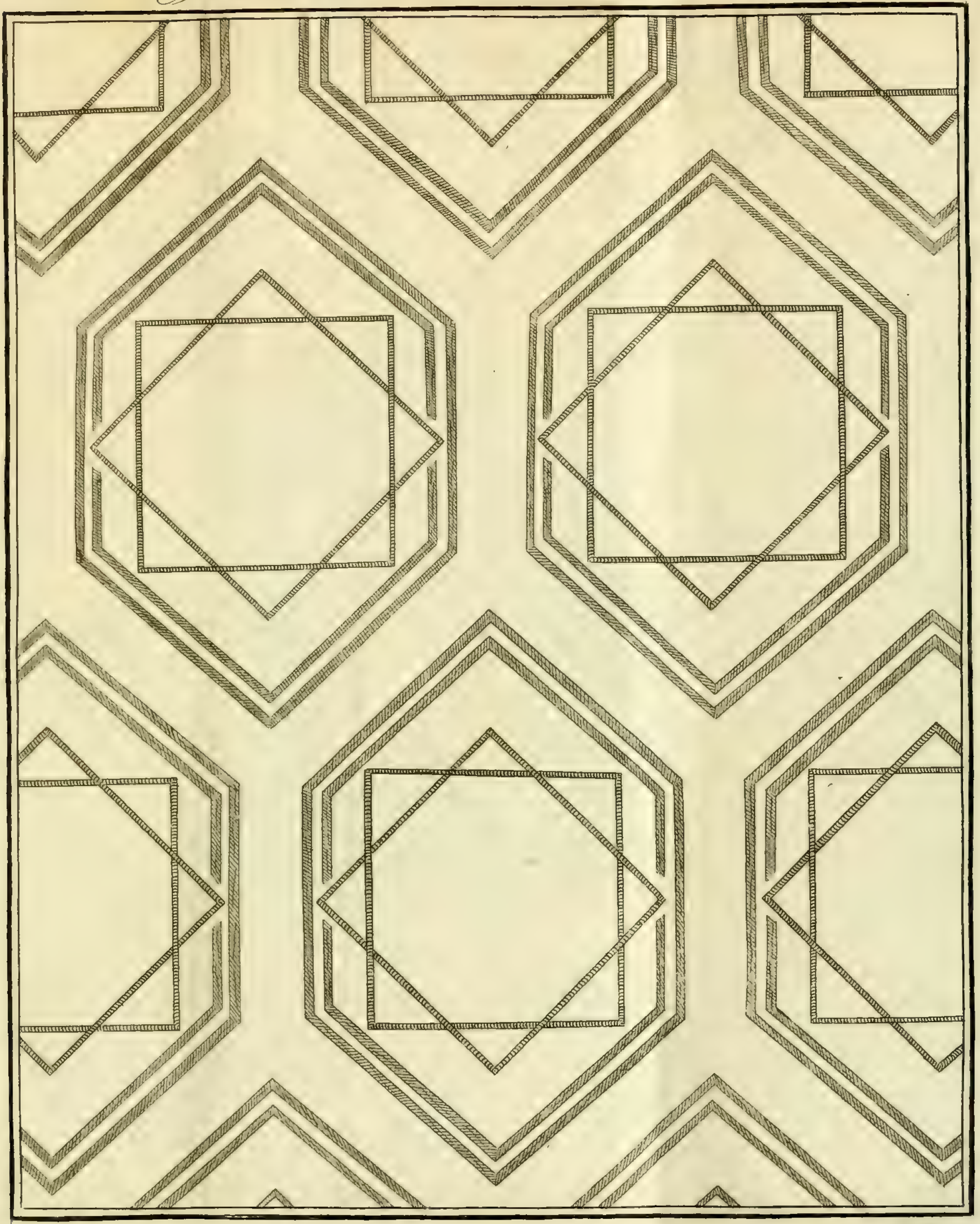
deux moyens qui ont concouru aux progrès des arts, et que j'ai suivis avec soin en étudiant les objets qui m'ont occupé dans ce mémoire.

Je passerois les bornes que j'ai dû me prescrire dans ce travail, si j'exposois en détail les principaux procédés de l'art des tissus sur lesquels j'ai trouvé dans les auteurs anciens des anecdotes lumineuses et instructives, car ces écrivains célèbres, sous plusieurs titres, m'ont paru surtout les plus intéressans sous celui de l'art des tissus. Peut-être après avoir réuni toutes ces notes, pourrai-je publier sur les différentes parties de l'art entier un ensemble raisonné, qui présenteroit plusieurs suites de manœuvres à peine aperçues ou mal indiquées par les commentateurs et les traducteurs.

FIN DU SECOND SEMESTRE DE 1806.



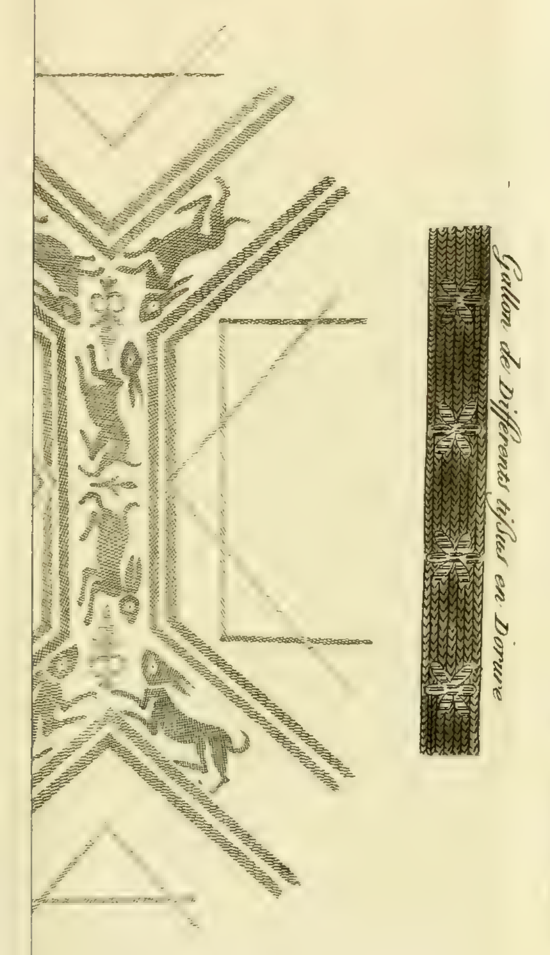
Etoffe Scutullée, à mailles ou bien à Ecuspoligones.



Desmarest fils. Juillet Sc.



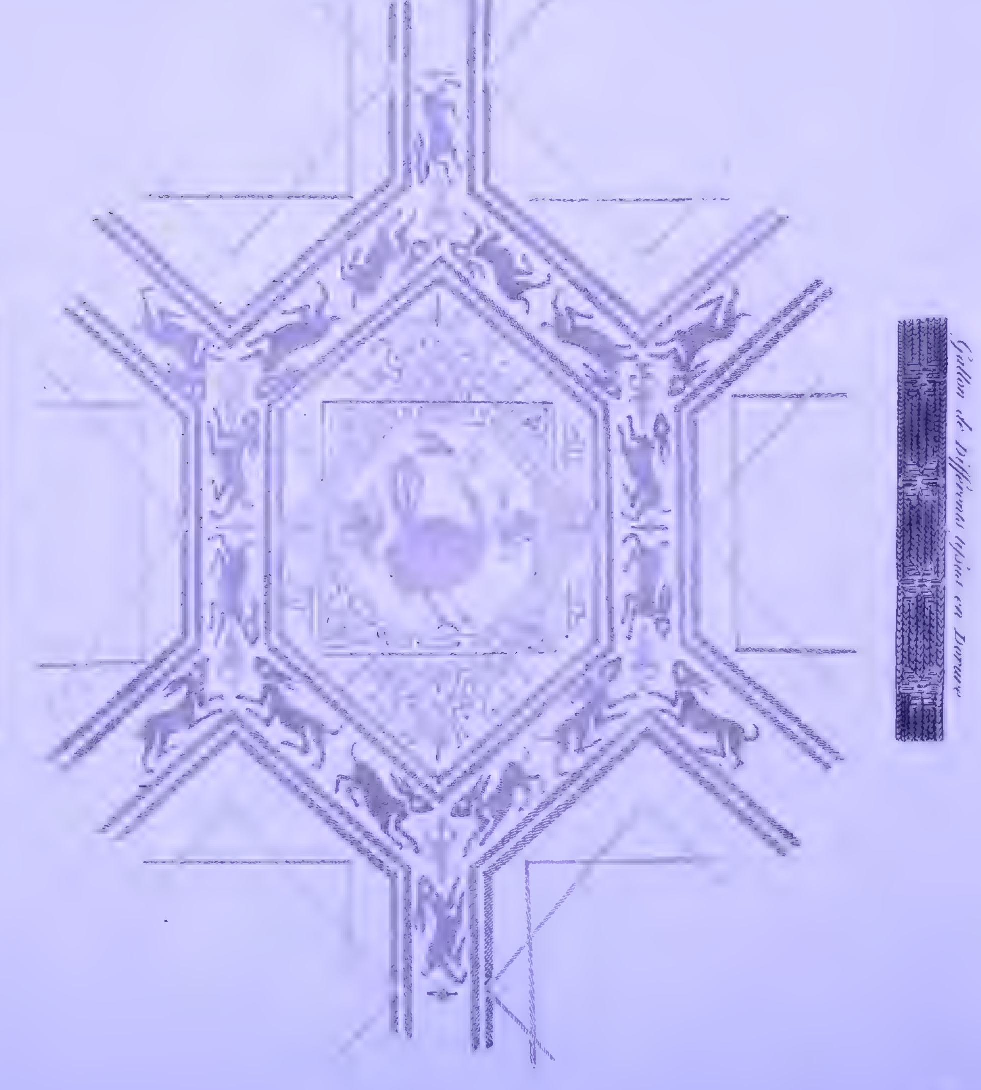
ure des Ecus.



Juillet Sc.

Dessin figuré de l'intérieur et de la bordure des Ecus.

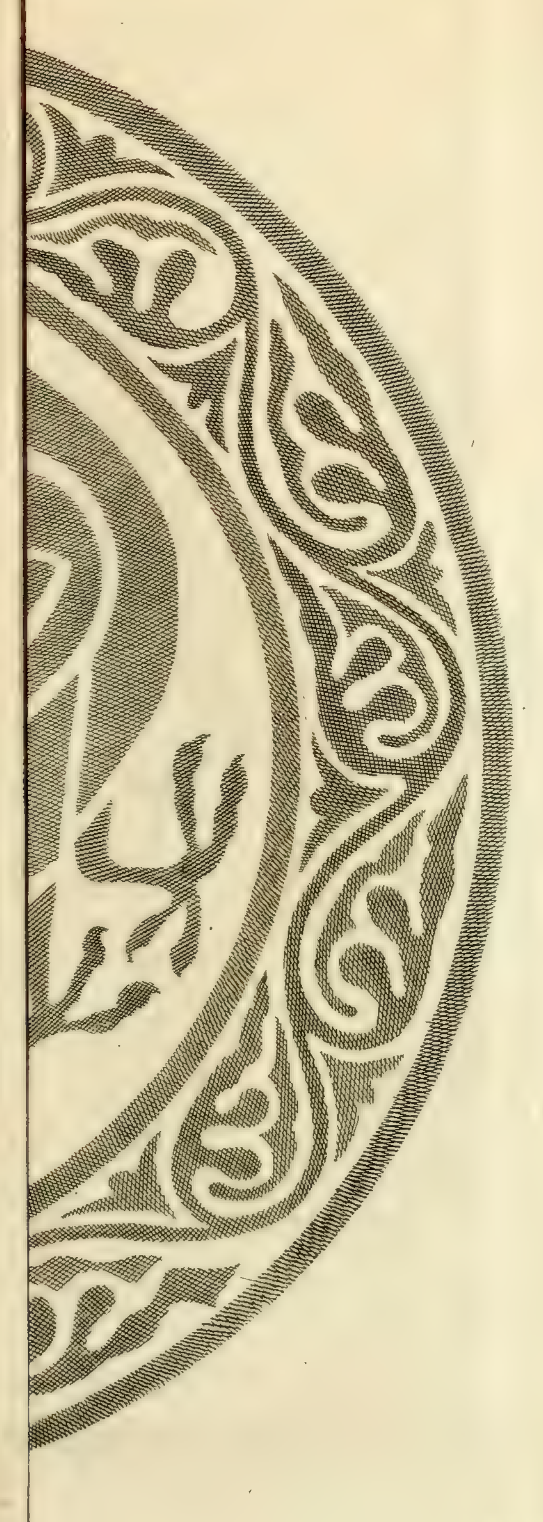
Gallon de différents tissus en Dorure



Desmarest fils

Sellier Sc.

de la Mitre.



Juilliet sculp

D

Partie du dessin Figuré dans le tissu de l'Etoffe de la Mitre.



Desmarest fils

Jullict sculp

toffé de la Mitre.

Partie du dessin figuré dans le tissu de l'Etoffe de la Mitre



Desmarest fils

Sellier Sc.